COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JANVIER 1894,

PRÉSIDENCE DE M. LŒWY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Guyou*, dans la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de feu M. le vice-amiral *Pâris*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Guyou prend place parmi ses Confrères.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Intégration de l'équation du son pour un fluide indéfini à une, deux ou trois dimensions, quand des résistances de nature diverse introduisent dans cette équation des termes respectivement proportionnels à la fonction caractéristique du mouvement ou à ses dérivées partielles premières*; par M. **J. Boussinesq.**

« I. Une importante Note de M. Poincaré (*Comptes rendus*, 26 décembre 1893; t. CXVII, p. 1027) vient d'appeler l'attention sur le problème de la propagation de mouvements comme seraient des ondes sonores provoquant certaines résistances proportionnelles à la vitesse, problème que cette Note résout, dans le cas d'un milieu indéfini à une seule coordonnée x, par l'emploi de la formule de Fourier, avec l'indispensable effectuation ultérieure de la moitié des intégrations définies auxquelles conduit cette formule, et que M. Picard, dans la séance suivante (*Comptes rendus*, 2 janvier 1894; t. CXVIII, p. 16) a repris, plus simplement, par le procédé d'intégration de Riemann pour l'équation linéaire du second ordre à deux variables indépendantes. Je me propose de montrer ici qu'on peut le traiter, dans le cas beaucoup plus complexe d'un milieu à trois dimensions ou coordonnées x, y, z, par de simples applications de l'intégrale classique, due à Poisson, de l'équation ordinaire du son réduite à la forme

$$\frac{d^2u}{dt^2} = \frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2}, \tag{1}$$

c'est-à-dire de l'intégrale bien connue

$$\left\{\begin{aligned} u = {} & \frac{1}{4\pi}\frac{d}{dt}\int_\sigma \varphi(x + t\cos\alpha, y + t\cos\beta, z + t\cos\gamma)\frac{d\sigma}{t} \\ & + \frac{1}{4\pi}\int_\sigma \Phi(x + t\cos\alpha, y + t\cos\beta, z + t\cos\gamma)\frac{d\sigma}{t}, \end{aligned}\right. \tag{2}$$

où $\varphi(x, y, z)$, $\Phi(x, y, z)$ désignent les valeurs *initiales* (relatives à $t = 0$) tant de la fonction u que de sa dérivée première en t, et où les intégrations $\int_\sigma$ s'étendent à toute l'aire $\sigma = 4\pi t^2$ d'une sphère, décrite autour de (x, y, z), dont les divers points $(x + t\cos\alpha,\ y + t\cos\beta,\ z + t\cos\gamma)$ sont

les extrémités de rayons égaux t définis en direction par leurs angles α, β, γ, avec les axes (¹).

» Supposant que l'on ait adopté pour unité de longueur la vitesse même du son, dans le milieu considéré comme parfaitement élastique, et que le mouvement provoque des résistances représentées proportionnellement, dans le second membre de (1), par une expression à coefficients constants linéaire en u et ses dérivées partielles premières, expression qui vient ainsi se joindre à ce second membre, effectuons d'abord le changement ordinaire de fonction $u = ve^{ht+lx+my+nz}$ destiné, par un choix convenable des constantes h, l, m, n, à annuler, dans l'équation transformée en v, les quatre termes affectés des dérivées premières de v; et, après avoir remis finalement u pour v, prenons l'équation à intégrer sous la forme alors obtenue

$$(3) \qquad \frac{d^2u}{dt^2} = \frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2} \pm 4k^2u,$$

où la constante k est positive, le signe du coefficient $\pm 4k^2$ du dernier terme se trouvant mis en évidence.

» II. La méthode que j'emploierai, et dont l'idée m'a été suggérée, dans le problème des *ondes liquides superficielles d'émersion* à deux coordonnées horizontales x, y, par la nécessité d'y diviser des difficultés d'intégration presque inextricables autrement (²), consiste à *introduire une variable indépendante de plus que celles* figurant dans la question, variable destinée à recevoir finalement la valeur zéro, mais dont la présence amène, chez la fonction, un *nouveau mode de variation*, disponible à volonté et que l'on choisira précisément en vue de *tourner* l'obstacle trop difficile à franchir.

» Supposons d'abord que notre milieu ait seulement les deux dimensions y, z, ou que l'équation proposée,

$$(4) \qquad \frac{d^2u}{dt^2} = \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2} \pm 4k^2u,$$

soit à intégrer dans le plan des yz, où u et sa dérivée en t devront se ré-

---

(¹) On peut voir une démonstration fort simple de la formule capitale (2), par ce que j'ai appelé les *potentiels sphériques*, aux p. 320 à 323 du Volume intitulé *Applications des potentiels à l'équilibre et au mouvement des solides élastiques, etc.*, et dans le tome consacré au *Calcul intégral* de mon *Cours d'Analyse infinitésimale pour la Mécanique et la Physique* (*Compléments*, p. 195* à 198*).

(²) Même Tome de *Calcul intégral*, p. 506*.

duire initialement à deux fonctions données $f(y, z)$, $F(y, z)$. Rien n'empêchera de construire cette fonction u pour tout l'espace et d'après la formule (2), c'est-à-dire en l'assujettissant à l'équation (1), si l'on peut disposer de sa manière de varier avec x, *arbitraire jusqu'à présent*, de telle sorte qu'elle vérifie à la fois les deux équations (4) et (1), ou qu'elle donne

$$\frac{d^2 u}{dx^2} = \pm 4k^2 u. \tag{5}$$

Par conséquent, cette équation (5) s'appliquera d'abord pour t infiniment voisin de zéro; c'est-à-dire qu'elle régira, en particulier, les valeurs initiales $\varphi(x, y, z)$ et $\Phi(x, y, z)$. Donc, en représentant par les signes co, si des cosinus et sinus soit hyperboliques, soit circulaires, suivant que le second membre de (5) aura le signe supérieur ou le signe inférieur, nous devrons prendre, vu la forme connue des deux parties tant *paire* qu'*impaire* de l'intégrale de (5),

$$(6) \quad \left\{ \begin{aligned} \varphi(x, y, z) &= f(y, z)\operatorname{co}(2kx) + f_1(y, z)\operatorname{si}(2kx), \\ \Phi(x, y, z) &= F(y, z)\operatorname{co}(2kx) + F_1(y, z)\operatorname{si}(2kx), \end{aligned} \right.$$

où $f(y, z)$, $F(y, z)$, $f_1(y, z)$, $F_1(y, z)$ désignent quatre fonctions arbitraires, dont les deux premières sont les valeurs *données* de φ et Φ sur le plan des yz. D'ailleurs, avec ces expressions (6) de φ et Φ, la valeur (2) de u pourra évidemment, quel que soit t, se différentier en x sous les signes $\int_\sigma$; et, les dérivées secondes des fonctions φ, Φ, par rapport à leur première variable $x + t\cos\alpha$, y reproduisant identiquement, d'après la propriété qui nous a donné (6), ces fonctions mêmes multipliées par la constante $\pm 4k^2$, l'équation (5) se trouvera satisfaite à toute époque, non moins que (1). Il en résultera donc bien la vérification constante de l'équation (4) du problème.

» Comme on n'a besoin des valeurs de u que pour $x = 0$, c'est-à-dire sur le plan des yz, les parties impaires des expressions (6) de φ et de Φ, celles où figurent des sinus, donneront, sous les signes $\int_\sigma$ de (2), des éléments égaux et contraires pour deux éléments $d\sigma$ de sphère symétriques de part et d'autre du plan des yz, ou correspondant aux mêmes valeurs de $\cos\beta$, $\cos\gamma$, mais à des valeurs égales et contraires de $\cos\alpha$ ou, par suite, de la première variable tout entière, qui sera $t\cos\alpha$. Donc ces parties impaires des expressions (6) disparaîtront des résultats; et il ne restera que les

parties paires, qui, elles, fourniront évidemment des éléments égaux de part et d'autre du plan des yz. On pourra ainsi n'étendre les intégrations indiquées dans la formule (2) qu'aux demi-sphères, de rayon t et de centre $(0, y, z)$, situées du côté des x positifs, en ayant soin de doubler les sommes obtenues; et il viendra, pour l'intégrale générale cherchée de (4),

$$(7) \quad \begin{cases} u = \dfrac{1}{2\pi}\dfrac{d}{dt}\displaystyle\int_{\frac{1}{2}\sigma} \text{co}(2kt\cos\alpha) f(y + t\cos\beta, z + t\cos\gamma)\,\dfrac{d\sigma}{t} \\ \quad + \dfrac{1}{2\pi}\displaystyle\int_{\frac{1}{2}\sigma} \text{co}(2kt\cos\alpha) F(y + t\cos\beta, z + t\cos\gamma)\,\dfrac{d\sigma}{t}. \end{cases}$$

» III. Supposons qu'une seule coordonnée, z par exemple, figure dans l'équation (4), ou que les fonctions f, F dépendent seulement de leur seconde variable, $z + t\cos\gamma$. Alors si, adoptant pour coordonnées polaires de la sphère σ, à partir du centre $(0, y, z)$, un *azimut* θ, compté de $-\frac{\pi}{2}$ à $\frac{\pi}{2}$ dans le plan des xy, du côté des x positifs, et une *hauteur angulaire* μ variable de $-\frac{\pi}{2}$ à $\frac{\pi}{2}$, l'on pose

$$\cos\alpha = \cos\theta\cos\mu, \quad \cos\gamma = \sin\mu, \quad d\sigma = t^2\cos\mu\, d\mu\, d\theta,$$

l'une quelconque des deux intégrales définies qui figurent dans (7) aura la forme

$$(8) \quad \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} f(z + t\sin\mu)\, t\cos\mu\, d\mu \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \text{co}\left(2\sqrt{\zeta}\cos\theta\right) d\theta, \quad \text{où} \quad \zeta = k^2t^2\cos^2\mu.$$

» Or, l'on reconnaît ici, dans l'intégrale définie relative à θ, une fonction de Fourier ou de Bessel, dont nous appellerons, pour abréger, $U(\zeta)$ le quotient par π, que définira son développement en série, bien connu,

$$(9) \qquad U(\zeta) = 1 \pm \frac{\zeta}{1^2} + \frac{\zeta^2}{1^2.2^2} \pm \frac{\zeta^3}{1^2.2^2.3^2} + \ldots,$$

où les signes, soit supérieurs, soit inférieurs, correspondent à ceux du dernier terme de (4). Par suite, en posant $t\sin\mu = \tau$ (d'où $t\cos\mu\, d\mu = d\tau$), l'intégrale (8) se réduit à

$$(8\,bis) \qquad \pi\int_{-t}^{t} f(z + \tau)\, U(k^2t^2 - k^2\tau^2)\, d\tau;$$

et l'on en déduit aisément ce que devient l'expression (7) de u.

» Si, en vue de ce qui suit, l'on convient d'appeler r la coordonnée unique z figurant actuellement, on aura donc, pour l'intégrale générale de l'équation

$$(10) \qquad \frac{d^2 u}{dt^2} = \frac{d^2 u}{dr^2} \pm 4k^2 u,$$

sous les conditions que les valeurs initiales de la fonction u et de sa dérivée en t soient respectivement $f(r)$ et $F(r)$,

$$(11) \qquad \left\{ \begin{aligned} u = {} & \frac{1}{2}\frac{d}{dt}\int_{-t}^{t} f(r+\tau)\,U(k^2t^2 - k^2\tau^2)\,d\tau \\ & + \frac{1}{2}\int_{-t}^{t} F(r+\tau)\,U(k^2t^2 - k^2\tau^2)\,d\tau. \end{aligned} \right.$$

» Cette formule revient parfaitement, sauf des différences de notation, aux résultats obtenus par M. Poincaré, quand on les dégage de certaines hypothèses qu'il avait faites touchant les fonctions f, F représentatives de l'état initial.

» Il est clair que les intégrations n'aboutiraient plus, par rapport à l'azimut θ, si celui-ci paraissait dans f, F, comme il arrive lorsque ces fonctions dépendent de leur première variable $y + t\cos\beta$, c'est-à-dire de $y + t\cos\mu\sin\theta$, et non plus seulement de leur seconde variable $z + t\cos\gamma$ ou $z + t\sin\mu$. Donc les intégrales définies que contient la solution, et qui deviennent *simples* dans le cas de propagation suivant un seul sens, restent bien essentiellement *doubles* dans le cas de propagation suivant deux sens, ou d'un milieu à deux coordonnées, du moins tant qu'on laisse *arbitraire* l'état initial, exprimé par les fonctions f, F. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le calcul des coefficients de self-induction, dans un cas particulier;* par M. A. POTIER.

« Si une ligne droite verticale, indéfinie, est chargée uniformément d'électricité, si ε est la charge par unité de longueur, la force *électrique*, en un point situé à la distance a de la droite, est horizontale, rencontre la droite électrisée, et sa grandeur est $\frac{2\varepsilon}{a}$, si l'on a adopté le système électrostatique de mesures. Si la même ligne est parcourue par un courant d'intensité ε (mesure électromagnétique), la force *magnétique*, au même point

sera horizontale, perpendiculaire à la force électrique déterminée ci-dessus, et aura la même valeur numérique.

» Il en sera encore de même si l'on considère un nombre quelconque de droites semblables, en ayant soin de modifier à la fois le sens du courant et le signe des charges.

» Considérons maintenant un condensateur formé : 1° d'un conducteur indéfini, de section quelconque, mais cylindrique; 2° d'un second conducteur cylindrique indéfini entourant le précédent. En représentant par e la densité électrique, la charge d'une partie du conducteur ayant l'unité de longueur, et pour base un élément ds de la section, sera $e\,ds$. Ces charges se distribuent de telle sorte que la force électrique est nulle à l'intérieur du contour S_1 du conducteur intérieur, et en dehors du contour S_2 du conducteur extérieur qui lui fait face. Si Δ est la différence des potentiels, E la charge totale par unité de longueur, la capacité γ par unité de longueur est donnée par $E = \Delta\gamma$.

» Supposons que, au lieu d'être chargée d'électricité, la surface cylindrique, dont ds est la base, soit parcourue par un courant vertical dont l'intensité ait pour valeur $e\,ds$. Le courant total aura la même valeur pour les conducteurs extérieur et intérieur, l'un est le retour de l'autre. La force magnétique sera nulle partout, sauf dans l'espace compris entre les deux conducteurs. Le flux magnétique, à travers une surface cylindrique de hauteur égale à l'unité et ayant pour base un élément dl, est, par définition, le produit de dl par la composante de la force magnétique, suivant la normale à dl, ou, à cause de la perpendicularité des forces magnétique et électrique dans les deux questions, le produit de dl par la composante de la force électrique *suivant* dl; c'est-à-dire la différence dV des valeurs du potentiel aux deux extrémités de dl, et ceci sera vrai aussi bien pour une courbe finie que pour un élément. Si donc on veut obtenir le flux total, il suffira d'appliquer cette proposition à une courbe joignant un point de S_1 à un point de S_2, et la valeur de ce flux sera Δ.

» D'autre part, le courant total est E : si donc on définit le coefficient λ de self-induction par unité de longueur comme le quotient du flux par l'intensité, on aura $E\lambda = \Delta$, d'où la relation $\lambda\gamma = 1$ entre la capacité (électrostatique) et la self-induction (électromagnétique) par unité de longueur. La distribution que nous avons admise pour les courants n'est pas arbitraire : c'est celle dont se rapproche asymptotiquement la distribution réelle, à mesure que les variations du courant total deviennent plus brusques.

» Il est clair que le contour S_1 pourrait être formé de plusieurs contours, ou le conducteur intérieur unique remplacé par un faisceau de conducteurs reliés entre eux, sans que la relation $\lambda\gamma = 1$ cessât d'être vérifiée; on pourrait aussi introduire d'autres conducteurs, dans l'espace annulaire, en les reliant aussi par leurs extrémités au conducteur extérieur, dont le contour S_2 peut être rejeté aussi loin qu'on veut. La capacité est alors définie, aussi bien que dans le cas simple traité, tout un groupe de conducteurs se trouvant au potentiel V_1 et l'autre au potentiel V_2. La présence de conducteurs isolés laisserait encore subsister le théorème (la surface de chacun d'eux étant le siège de courants dont la somme algébrique est nulle), tout en changeant les valeurs individuelles de λ et de γ.

» Il est à peine besoin de rappeler que, si l'on mesure γ dans le système dit *électromagnétique*, cette relation devient $v^2\lambda\gamma = 1$, v étant le rapport des unités; que, si l'isolant était un diélectrique de constante K, la capacité deviendrait $\lambda_1 = K\gamma$ et, par suite, on aurait $v^2\lambda\gamma_1 = K$, et qu'enfin c'est le coefficient $\lambda\gamma_1$ qui doit, si l'on accepte l'équation classique

$$\lambda\gamma_1 \frac{\partial^2 V}{dt^2} + \rho\gamma_1 \frac{\partial V}{dt} = \frac{d^2 V}{dx^2},$$

être l'inverse du carré de la vitesse de propagation de l'électricité. Il paraît curieux de constater que cette équation conduit à des résultats indépendants de l'existence de conducteurs isolés ou reliés à la terre dans le voisinage de ceux dans lesquels on étudie la propagation, conformément à la théorie qui place dans le diélectrique l'agent de cette propagation. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Expériences sur le mécanisme histologique de la sécrétion des glandes granuleuses;* par M. L. **Ranvier.**

« On a considéré longtemps les glandes comme de simples filtres, retirant du sang des substances qui y étaient contenues. L'évolution des cellules des glandes sébacées et de la mamelle conduisit bientôt les histologistes à reconnaître que ces cellules élaborent elles-mêmes les produits qui forment le matériel de la sécrétion. Cela est bien facile à démontrer, pour les glandes sébacées surtout, puisque, dans chacune de ces glandes, on peut observer la formation intracellulaire de la graisse et sa mise en liberté par la destruction des cellules qui la contenaient.

» On fut même porté à généraliser et l'on crut avoir observé un mécanisme analogue dans les glandes muqueuses (Heidenhain). Ce n'est cependant pas ainsi que les choses s'y passent. Les cellules qui font du mucigène ne se détruisent pas pour le mettre en liberté. Celui-ci s'en dégage, tandis que les parties importantes de l'élément cellulaire, c'est-à-dire le noyau et le protoplasma, persistent dans la glande pour y travailler à la formation de nouvelles masses de mucigène (voyez mon *Traité technique d'Histologie*).

» C'est pour cela que j'ai désigné les glandes où la sécrétion se fait par ce dernier mécanisme sous le nom de *glandes mérocrines*, réservant le nom de *glandes holocrines* à celles dont le produit est constitué par les cellules tout entières, qui se détachent au terme de leur évolution.

» En poursuivant l'étude du mécanisme de la sécrétion dans les glandes muqueuses, j'ai pu reconnaître que leurs cellules spéciales, cellules muqueuses ou caliciformes, contiennent, en outre de leur mucigène et de leurs travées protoplasmiques, des vacuoles qui sont soumises à un mouvement physiologique continu et dont l'activité peut être beaucoup augmentée par l'excitation électrique.

» Il fallait, dès lors, rechercher si ce mouvement vacuolaire existait dans les glandes granuleuses comme dans les glandes muqueuses. Je me suis adressé pour cela à la glande sous-maxillaire du rat. Cette glande, bien qu'on ne puisse pas l'observer au microscope à l'état vivant, m'a paru préférable aux glandes séreuses ou granuleuses du tégument externe de la grenouille, de la membrane nictitante notamment, qui ont été l'objet des recherches intéressantes d'Ascherson, de Stricker et d'Engelmann, parce que l'observation des mouvements cellulaires propres de ces dernières glandes, au moment où on les excite, est rendue très difficile, pour ne pas dire impossible, par suite de la contraction des fibres musculaires qui les entourent.

» Chez le rat (*Mus decumanus*), à la glande sous-maxillaire, qui est une glande granuleuse, est associée une glande muqueuse, plus petite, à laquelle j'ai donné le nom de *glande rétrolinguale*. La sous-maxillaire et la rétrolinguale sont contenues dans une même capsule et semblent ne faire qu'une seule glande. Elles possèdent cependant chacune un canal excréteur distinct. Les deux canaux sont accolés et cheminent ensemble dans tout leur trajet. Ils sont si minces que pour les séparer il faut avoir recours à une dissection fine, faite en baquet, dans l'alcool dilué et en s'aidant de la loupe. Le nerf destiné aux glandes se dégage du lingual au

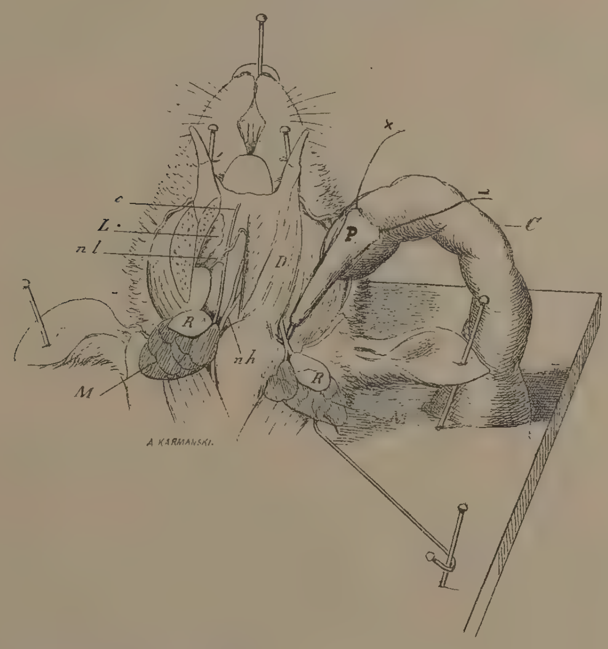
point où il est croisé par les canaux excréteurs ; il accompagne ceux-ci pour pénétrer dans les deux glandes au niveau de leur hile. Ce nerf, pas plus que les canaux glandulaires, ne peut être disséqué et isolé à l'œil nu. Il ne faut donc pas songer à l'exciter isolément, comme on le fait pour la corde du tympan du chien, lorsqu'à l'exemple de Ludwig et de Cl. Bernard on soumet ce nerf à l'excitation électrique dans le but de déterminer la sécrétion de la sous-maxillaire et de la rétrolinguale.

» On ne peut, à plus forte raison, introduire des canules salivaires dans les canaux excréteurs des glandes similaires du rat; mais on peut tourner la difficulté au moyen d'un dispositif très simple que je vais faire connaître ici.

» On construit d'abord une pince électrique avec deux fils de platine et de la cire à cacheter. Cette pince doit être aussi petite que possible, microscopique pour ainsi dire. Les fils de platine qui la terminent doivent être introduits au-dessous des canaux des deux glandes et du nerf qui les accompagne, et il faut les maintenir en place sans qu'il se produise sur les canaux glandulaires une compression capable d'entraver le cours du liquide sécrété. Pour y arriver on fait avec de la cire à modeler un support auquel on donne facilement la base, la longueur, la forme et la souplesse nécessaires (voir la figure).

» Je reviendrai sur les détails de l'expérience. Il me faut, au préalable, indiquer les notions anatomiques indispensables que l'on doit avoir avant de la commencer. Les deux glandes réunies se trouvent à l'angle de la mâchoire en arrière de l'insertion postérieure du muscle digastrique. Leurs canaux excréteurs s'engagent au-dessus de ce muscle. Il faut les chercher sur son bord externe. Pour cela, après avoir fixé l'animal sur une planchette et l'avoir mis dans l'impossibilité de se débattre, en immobilisant sa tête au moyen du petit mors qui est décrit dans mon *Traité technique d'Histologie,* on pratique dans la région sus-indiquée une incision longitudinale d'un centimètre et demi. Puis l'on écarte le muscle digastrique pour dégager les conduits des deux glandes et l'on passe au-dessous le crochet de la pince électrique. On y envoie alors un courant d'induction interrompu, d'abord très faible et dont on augmente progressivement l'intensité jusqu'à ce que l'on voit le rat faire de nombreux mouvements de déglutition, ce qui montre qu'il arrive dans la bouche beaucoup de salive. Dans diverses expériences, j'ai fait varier la durée de l'excitation de quelques minutes à plusieurs heures. Dans ce dernier cas, j'ai eu soin d'interrompre l'excitation de temps en temps pour laisser reposer la glande et le nerf.

» L'animal est ensuite sacrifié par la décapitation et les glandes sont rapidement enlevées pour être soumises à l'action de réactifs fixateurs. Parmi ces réactifs, il faut donner la préférence à l'acide osmique à 1 pour 100, et y placer des fragments de 2^{mm} ou 3^{mm} de diamètre seulement. Vingt-quatre heures après, on y fait des coupes qui doivent être très minces et que l'on examine dans l'eau. On peut aussi les placer dans la glycérine; mais elles sont alors moins démonstratives.



C, Support en cire à modeler;
P, pince électrique;
D, muscle digastrique;
R, glande rétrolinguale;
M, glande sous-maxillaire;
c, canaux excréteurs réunis de la sous-maxillaire et de la rétrolinguale;
L, glande sublinguale;
nh, nerf grand hypoglosse;
nl, nerf lingual.

» Si l'on examine d'abord des préparations de la glande sous-maxillaire qui n'a pas été excitée, on y voit les culs-de-sac glandulaires, coupés dans diverses directions, remplis de cellules granuleuses munies chacune d'un

noyau central. Dans un petit nombre de ces cellules, il y a des vacuoles, mais elles sont peu nombreuses et petites. Les coupes de la glande excitée montrent, au contraire, dans presque toutes les cellules des culs-de-sac des vacuoles grandes, nombreuses, confluentes souvent. Sous l'influence de l'excitation sécrétoire, il s'est donc produit une vacuolisation très considérable, comparable à celle des cellules caliciformes de la membrane rétrolinguale de la grenouille soumises à une excitation analogue; vacuolisation que j'ai décrite et figurée dans des Notes antérieures.

» Les glandes salivaires granuleuses, au lieu de sécréter de l'eau et du mucus, comme les glandes muqueuses, sécrètent de l'eau et de la diastase. Les vacuoles contiennent de l'eau. Dans les cellules muqueuses, cette eau, en s'échappant de la cellule, entraîne du mucigène et forme du mucus. Il est probable que l'eau des vacuoles des cellules granuleuses sort aussi de la cellule en entraînant de la diastase élaborée par le protoplasma cellulaire.

» Dans cette Note, j'ai laissé de côté, avec intention, nombre de faits intéressants et même nouveaux que l'on peut observer dans les glandes sous-maxillaire et rétrolinguale du rat, à l'état de repos et d'activité, afin de ne pas encombrer de détails la description du fait que je désirais mettre en relief. »

ZOOLOGIE. — *Étude de la Faune du golfe du Lion;* par **M. H. de Lacaze-Duthiers.**

« En plus d'une occasion, j'ai eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur la faune de la mer de Banyuls, de cette partie du golfe de Lion qui du cap Creus au cap Béar baigne la fin de la chaîne des Albères terminant les Pyrénées Orientales à l'est et séparant la grande plaine du Roussillon en France de celle de Lampourdan en Espagne.

» Pour apprendre à connaître cette partie inexplorée de nos mers, en s'éloignant des côtes et comme il convient, il était indispensable d'avoir à sa disposition des moyens autres que ceux dont je disposais au laboratoire Arago, n'ayant eu jusqu'à l'année dernière qu'un bateau à voile du tonnage habituel des bateaux de pêche du pays.

» Depuis le mois de mars dernier, les conditions sont changées et le vapeur mis à ma disposition m'a permis de mettre à exécution un projet que je caressais depuis fort longtemps.

» Pour établir une bonne carte, sur laquelle seraient indiquées les stations des animaux divers, il fallait tout d'abord, c'était de la plus grande importance, commencer par avoir le plan cadastral, si l'on peut ainsi parler, du fond de la mer. Il était indispensable de faire une étude préliminaire des fonds, telle que, sachant à quelle profondeur on lançait la drague ou le filet, et connaissant la nature du fond, on pût chercher les relations existant entre les différents facteurs propres à faire juger des conditions biologiques dans lesquelles se développaient les animaux.

» Ce travail avec un petit bateau à voile était, sinon impossible, du moins d'une difficulté telle que j'ai jusqu'ici reculé devant l'exécution de mon projet.

» Le golfe du Lion est le golfe des contrastes, comme toute la région pyrénéenne qui l'avoisine et lui forme rivage.

» En été, le plus souvent les calmes y sont absolus et persistants. Mais pour peu que les vents changent et fraîchissent, c'est la tempête déchaînée. La mauvaise réputation du golfe parmi les marins est justifiée. En moins d'une demi-heure et sous un ciel d'une splendide pureté, la mer se forme et on la voit, démontée, arriver bientôt du large. Les moindres imprudences dues à l'incurie ou aux bravades des marins catalans sur des bateaux d'un faible tonnage peuvent déterminer des malheurs. Il s'en produit tous les ans.

» Dans ces conditions, comment profiter de ces calmes indispensables à l'exécution de bons sondages et de dragages fructueux; que de peines et de dangers, que de temps perdu si l'on bravait le golfe avec les moyens ordinaires! Que de fois, pour fuir devant les bourrasques, mon bateau n'a-t-il pas été obligé d'aller prendre son mouillage en relâchant à Rosas sur les côtes d'Espagne.

» Dès que j'ai eu sous la main les moyens précis et rapides que la vapeur donne, j'ai pris toutes les mesures nécessaires pour commencer ces recherches.

» Depuis longtemps j'avais pu m'assurer, par de nombreux voyages sur les côtes du Roussillon, que la richesse de la mer y était grande. Dès que j'ai eu un personnel faisant des recherches sous mes ordres, après la création du laboratoire, mes prévisions ont été dépassées, les moissons ont été des plus belles. Les savants étrangers venus au laboratoire et connaissant la plupart des stations maritimes ont été unanimes à reconnaître cette grande richesse.

» Aussi depuis l'origine de la station en 1881 des travaux nombreux et

fort importants pour la Zoologie française y ont été accomplis et les jeunes savants qui s'y sont formés et qui, restés fidèles au laboratoire, sont par cela même familiarisés avec le genre de recherches dont je vais avoir l'honneur d'entretenir l'Académie, seront-ils les collaborateurs dont je resterai entouré.

» Est-il besoin d'ajouter que si chacun a sa part dans le travail et la peine, il aura tous ses droits réservés dans les publications qui feront suite à ses recherches?

» Dès mes premières relations avec les pêcheurs du pays, j'appris qu'à quelques milles au large et dans l'est de Banyuls existait une fosse profonde, qu'ils nommaient l'*Abîme*, au fond de laquelle, avec la longueur habituelle de leur filin, les engins de pêche n'arrivaient pas, et où les animaux, quand ils en prenaient, étaient, disaient-ils, marqués d'un tel caractère qu'ils ne pouvaient les méconnaître et les confondre avec ceux vivant dans le voisinage des côtes.

» Cette seule indication ne devait-elle pas éveiller une curiosité bien légitime? Qu'était cet abîme; quelles étaient ses limites, sa position précise; était-ce une faille entre les crêtes des Albères prolongées sous la mer; quelle était la nature du fond si on pouvait l'atteindre; quels animaux l'habitaient? On le voit, les questions se posaient en foule.

» Il y avait surtout à reconnaître, en dehors de cette partie, dite si profonde, quelle était la configuration et la nature des fonds en face des deux grandes plaines du Roussillon et du Lampourdan.

» Ce travail a été entrepris par l'un de nous, par M. G. Pruvot, professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble, qui, attaché depuis plus de dix années au laboratoire, y a fait de nombreuses recherches et qui, au tempérament d'un vrai marin, joint un amour de la Science, une ardeur et un zèle au-dessus de tout éloge. Il est venu, en 1893, de Grenoble à Banyuls à toutes les vacances et a exécuté près de 200 sondages, tous parfaitement relevés au sextant et au compas de relèvement, en prenant des points de repère sur les montagnes et les vieux monuments de la côte.

» Les instruments, convenablement choisis et bien installés à bord, étaient maniés par M. Pruvot aidé d'un mécanicien de la flotte aussi intelligentque dévoué, délégué auprès de mon laboratoire par le département de la Marine.

» Les résultats déjà obtenus sont précieux.

» Nous connaissons maintenant les fonds sur une surface d'environ 1700 kilomètres carrés jusqu'à 40 kilomètres au large dans l'est, et l'on

trouvera dans la Note de M. Pruvot les détails les plus importants sur les inégalités du fond du golfe et sur leur nature (¹).

» Le vapeur qui a servi à ce travail a été construit d'après les indications que j'ai données et spécialement aménagé pour nos études. A l'avant est un treuil à vapeur qui remonte nos dragues et nos engins avec une facilité extrême en pelotonnant un câble formé de fils d'acier de 800^m de longueur; à l'arrière est fixée une machine à sonder de Belloc, avec laquelle on estime très facilement et très vite la profondeur, une aiguille marquant sur un cadran le nombre des mètres parcourus par le plomb de sonde. C'est avec une corde de piano, ou fil d'acier, que le sondage est fait; quand on a stoppé par un temps calme, à l'aide d'une poulie de renvoi placée à bâbord d'une façon très utile par mon habile mécanicien David, le fil n'offrant pour ainsi dire pas de résistance et de prise aux agitations de la mer, la sonde descend à peu près à pic. Nous n'avons pas manqué de contrôler d'ailleurs les résultats fournis par cet appareil dans des points de la côte où le calme et la profondeur permettaient la vérification la plus exacte.

» D'abord, nous n'avons cherché qu'à prendre quelques indications générales sur les stations des animaux; maintenant que nous connaissons et la nature et la configuration du fond, dans les campagnes prochaines les drague, chalut et engins des corailleurs seront traînés méthodiquement dans toutes les directions et autant de fois qu'il sera nécessaire pour faire une étude complète de la faune et inscrire sur la Carte de M. Pruvot les stations les plus ordinaires des animaux.

» Je tenais à faire cette première Communication afin d'établir le plan des recherches qui vont être continuées pendant plusieurs années, et probablement étendues aux côtes d'Espagne restées jusqu'ici inexplorées. Il sera ultérieurement plus facile d'indiquer les relations existant entre les stations des animaux et la nature des fonds, ceux-ci étant connus.

» Permettez-moi, en terminant, de vous dire comment les moyens indispensables pour entreprendre un travail aussi étendu dans des conditions semblables à celles dont je viens d'entretenir l'Académie ont été mis à ma disposition.

» Il y a deux ans, au sortir de l'une de nos séances où j'avais fait connaître des faits curieux constatés à la suite des pêches de Banyuls et où je disais qu'une embarcation à vapeur devenait indispensable pour étendre

---

(¹) Voir la Note de M. Pruvot, à la *Correspondance*, p. 203.

le champ de nos études, l'un de nos auditeurs des plus assidus me rejoignit dans le vestibule et s'offrit spontanément à m'aider dans mes travaux qui l'avaient intéressé : « Je mets 50 000fr à votre disposition pour faire » construire l'embarcation qui vous est nécessaire, me dit-il; aménagez-la » comme il vous conviendra ». Le yacht fut commandé et construit sans bruit. J'allai à Toulon pour son aménagement définitif, je l'armai et le conduisis au laboratoire Arago, le 22 mars 1893. Là il servit aux nombreuses excursions et pêches que firent les élèves de l'école des Hautes-Études, venus de Paris à Banyuls pendant les vacances de Pâques.

» Celui qui m'offrit ainsi généreusement et spontanément un don aussi magnifique est bien connu de l'Académie. Au nom de la Science à laquelle ma vie est consacrée, au nom de mes collaborateurs et au mien, j'adresse les plus vifs, les plus chaleureux remercîments au prince Roland Bonaparte qui, par sa générosité, a concouru à la réussite de grandes entreprises scientifiques faisant honneur à la France.

» Que notre nouveau confrère, M. le commandant Guyou, reçoive aussi l'expression de ma gratitude pour les soins qu'il a pris dans le choix de mes instruments. Il a poussé la complaisance jusqu'à me prêter, à Banyuls, l'aide de sa science en vérifiant mes compas et me donnant des conseils les plus utiles pour l'installation des appareils destinés aux sondages. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Scacchi*, Correspondant pour la Section de Minéralogie.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. *Paul de Gasparin*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Pagnoul obtient	. . . .	36 suffrages
M. Marchand »	. . . .	8 »
M. Foix »	. . . .	1 »

M. **Pagnoul**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

RAPPORTS.

Rapport sur l'Observatoire météorologique établi par M. Vallot près du sommet du mont Blanc et sur le premier volume des « Annales des travaux de cet Observatoire ».

(Commissaires : MM. Mascart, Bouquet de la Grye;
Daubrée, rapporteur.)

« Le succès que vient d'obtenir notre éminent confrère M. Janssen dans la construction d'un observatoire au sommet du mont Blanc ne doit pas faire oublier un travail de même genre, antérieurement exécuté aussi sur le mont Blanc par M. J. Vallot, à 4365^m d'altitude, c'est-à-dire à 400^m au-dessous de la cime.

» Dès 1886, à la suite de deux ascensions faites au sommet de la montagne pour y exécuter des recherches physiologiques, M. Vallot avait reconnu la nécessité d'un séjour prolongé pour procéder à une étude convenable de certains phénomènes.

» L'année suivante, c'est-à-dire en 1887, il montra dans un Mémoire combien il y aurait d'intérêt à entreprendre des observations scientifiques de longue durée et à fonder des stations météorologiques sur les pics les plus élevés des Alpes.

» Il passa trois jours au sommet du mont Blanc, accompagné de deux guides intrépides et de M. F.-M. Richard, l'habile constructeur d'instruments enregistreurs. Il prouva ainsi la possibilité d'y vivre quelque temps et d'y travailler. C'est ce qui antérieurement n'avait pas été fait : Tyndall ayant été obligé de descendre après une nuit passée au sommet, en 1859.

» Pendant cette dure station, M. Vallot avait constaté par lui-même l'intensité souvent terrible du vent, de l'électricité et d'autres phénomènes météorologiques qu'il faut y subir. Les troubles qui s'y produisent ne se transmettent aux couches inférieures qu'après avoir été amortis par le matelas d'air sous-jacent. Les phénomènes météorologiques des grandes altitudes ont ainsi, avec ceux des plaines, des rapports de cause à effet. Les premiers, beaucoup plus intenses, semblent être en même temps plus simples. Il importe donc, a pensé M. Vallot, d'en suivre les manifestations à diverses stations situées sur une même verticale. Dès cette même année il établit trois stations enregistrantes, l'une au sommet du mont Blanc,

l'autre aux Grands-Mulets, à 3000^m d'altitude, la troisième à Chamonix, et l'on recueillit pendant deux mois les données qui sont publiées dans le premier Volume.

» Saussure reconnaissait déjà l'utilité scientifique des stations élevées lorsqu'il séjournait dix-sept jours au col du Géant. Mais il fallut longtemps avant que l'on songeât à établir une demeure fixe à de si grandes hauteurs. L'initiative hardie prise sur le Pic du Midi de Bigorre donna un exemple qui fut suivi sur d'autres points culminants en France, en Suisse, en Autriche et en Amérique. C'est aux États-Unis que se trouvait jusque dans ces derniers temps la station météorologique la plus élevée, celle du Pike's Peake, dont l'altitude dépasse 4200^m, et où les observations remontent à 1874 (1). Mais les montagnes choisies pour ces divers observatoires étaient dépouillées de neige pendant l'été; on avait pu y créer des routes et y amener des bêtes de somme; le glacier paraissait opposer une limite infranchissable (2).

» Craignant d'établir une construction définitive au sommet, qui est constitué par le glacier même, M. Vallot choisit parmi les rochers situés plus bas et surgissent de la vaste nappe de glace et de neige celui des Bosses du Dromadaire, à 4565^m d'altitude. La position était d'ailleurs assez isolée pour convenir à des études météorologiques.

» Pour donner suite à sa résolution de s'y établir, l'intrépide alpiniste s'adressa sans tarder à son parent M. Henry Vallot, afin d'obtenir un plan très étudié répondant aux conditions de solidité et de légèreté imposées par l'emplacement et les difficultés de transport. En 1890, la construction en bois fut faite à Chamonix, puis démontée et transportée à dos d'hommes jusqu'aux Bosses; là il fallut encore, avant de pouvoir se servir de cet asile, passer plusieurs nuits sous la tente. Mais M. Vallot était au milieu des ouvriers pour leur donner du courage et la petite construction fut édifiée en quelques jours.

---

(1) Tout récemment, en même temps qu'un observatoire astronomique était fondé dans les Andes, non loin d'Arèquipa, à l'altitude de 2453^m, grâce à la libéralité d'un Américain, une station météorologique a été établie à l'altitude de 5075^m, exactement au-dessous de la limite des neiges perpétuelles.

(2) Il convient cependant de mentionner ici la station du col de Saint-Théodule au mont Rose, à l'altitude de 3333^m où Dollfus Ausset a fait faire par deux montagnards des observations météorologiques pendant un an, du 1er août 1865 au 28 août 1866. C'est l'une des généreuses contributions que cet éminent industriel a payées à l'étude des glaciers.

» L'abri était solide mais petit; il se composait de deux chambres seulement, l'une pour l'observatoire, l'autre pour loger les touristes. Depuis lors, en 1891 et 1892, l'observatoire a été agrandi, et il est aujourd'hui terminé. Il est en bois à double cloison, entouré d'un épais mur de pierres. Il comprend huit pièces avec tout le mobilier nécessaire et un grand nombre d'instruments. En outre, pour éviter l'encombrement, M. Vallot a fait construire un nouveau refuge dans lequel les touristes trouveront sur un rocher voisin un asile sans gêner les observateurs. M. Vallot a été assez heureux pour offrir l'abri de cet établissement à M. Janssen en 1890 pour ses observations sur le Soleil.

» A partir de 1887, M. Vallot a donné une série de Mémoires et de Notes dans l'*Annuaire du Club alpin*, dans la *Revue scientifique* et dans le *Bulletin de la Société botanique*.

» Aujourd'hui, il publie un beau volume in-4°, le premier des *Annales de l'observatoire météorologique du mont Blanc*. Il n'a pu le faire plus tôt à cause de l'occupation que lui donnaient l'agrandissement et l'aménagement de l'observatoire, et aussi par suite d'affections rhumatismales contractées pendant les séjours sous la tente au milieu des nuages, et qui l'ont parfois mis de longs mois dans l'impossibilité de se livrer au travail.

» Les travaux dont il s'agit concernent la Météorologie, la Physique terrestre, la Géologie, la Physiologie aux hautes altitudes, en un mot, tout ce qui touche à l'histoire du mont Blanc. M. Vallot est l'auteur du plus grand nombre de ces publications, parmi lesquelles je citerai : *Première série d'observations météorologiques faites au sommet du mont Blanc, aux Grands-Mulets, à Chamonix; Étude sur la correction de température du baromètre Fortin et des baromètres métalliques; Variation de la température, de la pression et de la vapeur d'eau, au sommet du mont Blanc et aux stations inférieures; Matériaux pour l'étude de l'écoulement des glaciers du mont Blanc; Sur les mouvements des neiges au sommet du mont Blanc; Études sur les tempêtes au sommet du Mont Blanc*. En collaboration avec M. Henry Vallot : *Premières études pour la carte du mont Blanc;* traduction française du Dr Egli-Saint-Clair, *Sur le mal de montagne*.

» Ce court aperçu suffit pour montrer que, pour arriver à son but, M. Vallot a dû affronter bien des difficultés, des souffrances et des dangers. Il a tout entrepris sans aucune subvention et avec sa fortune personnelle. Ce savant mérite d'être signalé pour son énergie, sa persévérance et son dévouement à la Science. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Jules Forest** adresse, par l'entremise de M. A.-Milne Edwards, un Mémoire portant pour titre : « L'Autruche en Afrique ».

(Commissaires : MM. Blanchard, Edwards, Grandidier.)

M. **René Bossière** appelle l'attention de l'Académie sur l'importance d'une exploration scientifique à entreprendre dans les îles Kerguelen.

(Commissaires : MM. Daubrée, Blanchard, Edwards, Grandidier, Bornet.)

M. **V. Ducla** adresse une nouvelle rédaction, rectifiée, de la Note adressée par lui dans la séance précédente.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. **Langley** adresse ses remercîments à l'Académie, pour la distinction accordée à ses travaux.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les phénomènes solaires observés à l'observatoire du Collège romain, pendant les deux premiers trimestres de l'année* 1893. Lettre de M. **P. Tacchini** à M. le Président.

« Rome, 18 janvier 1894.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les résultats que j'ai obtenus sur la distribution en latitude des phénomènes solaires, déduits des observations faites pendant le premier et le second trimestre 1893, et qui se rapportent à chaque zone de 10°, sur les deux hémisphères du Soleil,

1893. Latitudes.	Protubérances. — 1er trimestre.		Facules. — 1er trimestre.		Taches. — 1er trimestre.		Éruptions.
90° + 80°	0,000						
80 + 70	0,005						
70 + 60	0,017						
60 + 50	0,017						
50 + 40	0,052	0,339	0,013				
40 + 30	0,055		0,048		0,000		
30 + 20	0,085		0,117	0,429	0,076	0,435	
20 + 10	0,068		0,160		0,272		
10 + 0	0,040		0,091		0,087		
0 — 10	0,046		0,147		0,109		
10 — 20	0,084		0,255		0,337	0,565	
20 — 30	0,095		0,143	0,571	0,109		
30 — 40	0,127		0,022		0,011		
40 — 50	0,127	0,661	0,004				
50 — 60	0,111						
60 — 70	0,066						
70 — 80	0,003						
80 — 90	0,002						

Latitudes.	2e trimestre.		2e trimestre.		2e trimestre.		2e trimestre.	
90 + 80	0,000							
80 + 70	0,000							
70 + 60	0,011							
60 + 50	0,011							
50 + 40	0,045	0,345	0,000					
40 + 30	0,092		0,025		0,000			
30 + 20	0,052		0,082	0,385	0,000	0,408		
20 + 10	0,062		0,155		0,229		0,500	
10 + 0	0,022		0,123		0,079		0,250	1,000
0 — 10	0,102		0,129		0,071		0,125	
10 — 20	0,113		0,234		0,314	0,592	0,125	
20 — 30	0,094		0,186	0,615	0,200			
30 — 40	0,102		0,060		0,007			
40 — 50	0,056	0,655	0,006					
50 — 60	0,075							
60 — 70	0,108							
70 — 80	0,005							
80 — 90	0,000							

» Tous les phénomènes ont été plus fréquents dans les zones australes, et cette circonstance se manifeste même dans chaque mois du semestre.

» Les maxima absolus par zone se trouvent aussi toujours dans l'hémisphère austral du Soleil.

» Les maxima des facules et des taches se trouvent dans les mêmes zones ($\pm 10^\circ, \pm 20^\circ$), tandis que, pour les protubérances, ils arrivent à des latitudes plus élevées.

» Dans le premier trimestre nous n'avons pas observé d'éruptions. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations et les fonctions implicites.* Note de M. A. PELLET.

« 1. Représentons par $f(x)$ la série $a_0 + a_1 x + \ldots + a_n x^n + \ldots$ et supposons que la fonction, qui offre deux variations de signe,

$$\alpha_0 + \alpha_1 x + \ldots + \alpha_{n-1} x^{n-1} - \alpha_n x^n + \alpha_{n+1} x^{n+1} + \ldots,$$

(α_i module de a_i), soit négative pour les valeurs de x, positives et comprises entre r_1 et r_2, $r_2 > r_1$.

» Le logarithme de la fonction $\frac{f(x)}{a_n x^n}$ est développable suivant les puissances positives et négatives de x, pour les valeurs de x comprises entre les cercles ayant pour centre l'origine et pour rayons r_1 et r_2; soit $g + G(x) + H\left(\frac{1}{x}\right)$ ce développement, où $G(x)$, $H\left(\frac{1}{x}\right)$ sont des séries holomorphes en x et $\frac{1}{x}$, s'annulant, la première avec x, la seconde avec $\frac{1}{x}$. Il vient :

$$x^n e^{H\left(\frac{1}{x}\right)} = \frac{e^{-g} f(x) e^{-G(x)}}{a_n} = (x - x_1)(x - x_2)\ldots(x - x_n),$$

$$\frac{a_0 e^{-g}}{a_n} = (-1)^n x_1 x_2 \ldots x_n,$$

$x_1, x_2, \ldots, x_n$ étant les n racines de l'équation $f(x) = 0$, comprises dans le cercle de rayon r_1.

» Ainsi, en particulier, le logarithme népérien du produit des n racines de l'équation $x^n - t\varphi(x) = 0$, qui s'annulent avec t, est égal à

$$l[(-1)^{n+1} t\varphi(0)] + \frac{t}{1.2.3\ldots n}\left(\frac{d^n\varphi}{dx^n}\right)_{x=0} + \ldots + \frac{t^i}{i(in)!}\left(\frac{d^{in}\varphi^i}{dx^{in}}\right)_{x=0} + \ldots,$$

pour les valeurs de t de module assez petit.

» 2. Supposons, en outre, que la fonction

$$\alpha_0 + \alpha_1 x + \ldots + \alpha_n x^n + \ldots + \alpha_{n+n_1-1} x^{n+n_1-1} - \alpha_{n+n_1} x^{n+n_1} + \alpha_{n+n_1+1} x^{n+n_1+1} + \ldots$$

soit négative pour les valeurs positives de x comprises entre r'_1 et r'_2, $r'_2 > r'_1 > r_2$. Écrivons ainsi le développement du logarithme de $\frac{f(x)}{a_{n+n_1} x^{n+n_1}}$, $r'_2 > |x| > r'_1$:

$$g + g_1 + G(x) + G_1(x) + H\left(\frac{1}{x}\right) + H_1\left(\frac{1}{x}\right),$$

où, comme précédemment, g_1 est une constante, $G_1(x)$ et $H_1\left(\frac{1}{x}\right)$ des fonctions qui s'annulent l'une avec x, l'autre avec $\frac{1}{x}$. Il vient

$$x^{n_1} e^{H_1\left(\frac{1}{x}\right)} = \frac{a_n e^{-g_1}}{a_{n+n_1}} e^{-G_1(x)} = (x - x_{n+1})(x - x_{n+2})\ldots(x - x_{n+n_1});$$

$$\frac{a_n e^{-g_1}}{a_{n+n_1}} = (-1)^{n_1} x_{n+1} x_{n+2} \ldots x_{n+n_1},$$

$x_{n+1}, x_{n+2}, \ldots, x_{n+n_1}$ étant les n_1 racines de l'équation $f(x) = 0$, comprises dans la couronne qui s'étend entre les cercles de rayon r'_2 et r'_1. L'équation qui admet pour racines ces n_1 quantités peut donc s'obtenir séparément par des calculs algébriques. »

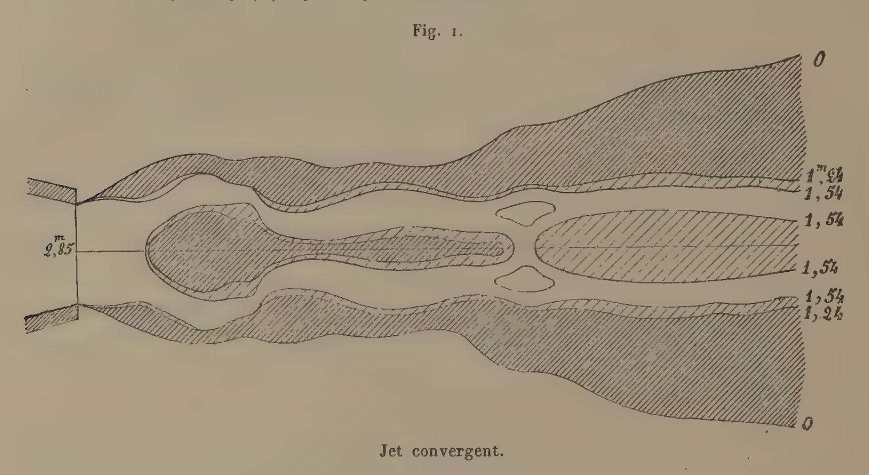
PHYSIQUE. — *Sur de nouvelles études expérimentales concernant la forme, les pressions et les températures d'un jet de vapeur.* Note de M. **H. Parenty**, présentée par M. Cornu.

« J'ai sondé méthodiquement les divers points d'un jet de vapeur, au moyen de pipettes de cristal fort effilées et convenablement recourbées. Ces pipettes sont fixées sur un chariot de tour, qui permet de leur donner avec précision des déplacements très faibles, enfin elles communiquent, par un tube horizontal flexible, avec un manomètre à air libre, gradué du vide absolu à 4 atmosphères. La *pression vive* d'une petite masse gazeuse en mouvement, tangente à la trajectoire de cette masse, est la résultante de six pressions observées : 1° parallèlement à l'axe du jet (pressions de choc et de remous); 2° suivant le rayon de chaque parallèle (pressions centrifuge et centripète); 3° enfin perpendiculairement au plan méridien. Ces dernières s'équilibrant exactement à cause de la symétrie, il m'a suffi d'évaluer les quatre premières, opposées deux à deux.

» J'ai comparé, sous des pressions identiques dans la chaudière, deux

orifices du même diamètre de 3^{mm} qui m'étaient bien connus (¹) : 1° le cône de 13° (Hirn) (²) ayant pour coefficient elliptique 1,0373, et pour

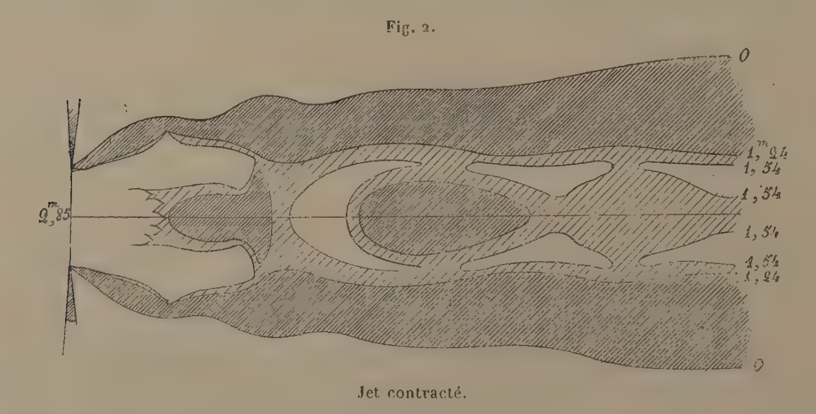
Fig. 1.



Jet convergent.

rapport limite des pressions 0,54 (correspondant à la régularisation du débit); 2° l'orifice à arêtes tranchantes, percé dans une très mince paroi

Fig. 2.



Jet contracté.

(MM. Minary et Resal) (³) ayant pour coefficient 0,84 et pour rapport-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1120, et t. CXVII, p. 160.

(²) Hirn, *Recherches expérimentales sur la limite de vitesse que prend un gaz*, etc. Gauthier-Villars, 1886.

(³) Minary et Resal, *Ann. des Mines*, 5ᵉ série, t. IX, p. 379.

limite des pressions 0,434. Pour représenter d'une façon symbolique l'état de mouvement des deux jets, j'ai dessiné leurs méridiens à la même échelle. En attribuant à chaque point une ordonnée égale à la pression vive, j'ai tracé, au moyen de constructions graphiques convenables, un relief topographique dont les points d'égales pressions déterminent les courbes de niveau. Les croquis ci-dessus représentent les jets dans l'atmosphère des deux orifices placés sur une même chaudière à $3^{atm},75$.

» 1. *Dans l'axe du jet*, j'ai constaté la présence de trois ventres et de trois nœuds successifs, dont la position et la valeur dépendent : 1° de la pression p_0 de la chaudière, ou, plus généralement, du rapport des pressions des milieux amont et aval; 2° de la forme des orifices. Pour une même pression p_0, le vide, ou plus exactement la stagnation du premier ventre, croît avec m; pour un même orifice, il croît avec la pression p_0, mais, en même temps, les concamérations suivantes s'atténuent, la dépression axiale devient continue, enfin le jet gazeux, privé de ses interférences, tend vers l'apparence grossièrement paraboloïdale de la nappe résultant du choc d'un jet liquide sur un disque plan solide du diamètre de l'orifice.

» 2. *En dehors de l'axe,* le jet de vapeur, convergent et continu pour tous les orifices à de faibles débits, commence à diverger en nappe, et cela sans la moindre apparence de condensation, à partir du moment où le rapport de la pression du milieu d'aval à la pression de la chaudière s'est abaissé suffisamment pour assurer la régularisation du débit. C'est alors une sorte de gourde, dont le fond repose sur la tranche de l'orifice, dont les cols extérieurs précèdent les ventres de l'axe, dont les ovales intérieurs en entourent les ventres. Enfin, il est très important de constater que sa pression vive continue a pour valeur numérique celle de la contrepression limite calculée par la formule elliptique du débit dont elle assure le maximum. Cette contrepression limite $\left(1-\frac{a}{m}\right)p_0$ devient pour la vapeur ($a=0,4758$), et pour les deux orifices de coefficients 1,0373 et 0,84.

$$\left(1-\frac{0,4758}{1,0373}\right)p_0=0,54p_0,\qquad \left(1-\frac{0,4758}{0,84}\right)p_0=0,434\,p_0.$$

» Or j'ai trouvé expérimentalement pour valeur de la pression vive des deux nappes :

pour $p_0=2^m,85$ de mercure. $1^m,54=2^m,85\times0,54$ et $1^m,24=2,85\times0,434$
pour $p_0=2^m,66$ de mercure. $1^m,44=2^m,66\times0,54$ et $1^m,16=2,66\times0,434$

» L'épanouissement et la forme de la nappe, à partir du premier col, ne semblent dépendre que de la valeur numérique de ces pressions limites.

Pressions absolues observées en centimètres de mercure.		Pressions absolues dans la chaudière et pressions de choc à la tranche de l'orifice.	Δ.	1er ventre.		Δ.	1er nœud.	Δ.	2e ventre.		Δ.	2e nœud.		Δ.	3e ventre.		Δ.	3e nœud.		
				Position et pressions vives des nœuds et des ventres sur l'axe, en centimètres de mercure.																
Distances de la tranche de l'orifice en millim.		0.		5mm.	5mm,5.		8mm.		10mm.	12mm.		14mm.	15mm.		17mm.	17mm,5.		20mm.	21mm.	22mm.
Orifice conique convergent à 13° $m=1,0373$.	Compte de choc...	3,50 at = 266 cm		115 cm	» cm		225 cm		» cm	162 cm		210 cm	» cm		192 cm	» cm		» cm	207 cm	» cm
	» de remous			61	»		59		»	53		57	»		53	»		»	54	»
	Résultante.....			54	»		168		»	109		153	»		139	»			153	»
	Différences.......		−212 cm			+114 cm		−41 cm			+44 cm			+14 cm			+14 cm			
	Compte de choc...	3,75 = 285		»	108		173		163	»		222	»		»	187		»	»	192
	» de remous			»	63		58		60	»		57	»		»	53		»	»	53
	Résultante.....			»	45		115		103	»		165	»		»	134		»	»	138
	Différences.......		−240			+70		−12			+62			−31			+4			
Orifice contracté en parois très minces $m=0,84$.	Compte de choc...	3,75 = 285		»	125		222		»	132		»	184		»	167		190	»	»
	» de remous			»	63		54		»	61		»	53		»	57		55	»	»
	Résultante.....			»	52		168		»	71		»	131		»	110		135	»	»
	Différences.......		−233			+116		−97			+60			−21			+25			

Dans ce Tableau qui met en relief l'importance des variations Δ de la pression vive axiale, il a été inutile de faire intervenir les pressions de la direction du diamètre qui se font équilibre en raison de la symétrie.

et les jets se superposent pour des pressions p_0 de la chaudière inversement proportionnelles à, 0,54 et 0,434.

» Par exemple :

$3^{atm},75$	(convergent)	et	$4^{atm},66$	(contracté)
3,50	»	et	4,35	»
3,00	»	et	3,75	»

» D'une façon plus générale, la forme du jet dépend uniquement du rapport de la pression d'aval (qui est ici la pression atmosphérique) à la pression limite de l'orifice, calculée par ma formule elliptique ou mesurée expérimentalement par les procédés que je viens de décrire. Donc, en faisant en sorte que, pour des pressions convenablement choisies et pour un ou plusieurs orifices connus, ce rapport vienne à parcourir toutes les valeurs comprises entre 0 et 1, on pourra dessiner successivement toutes les formes de jets, relatifs à tous les orifices de contraction quelconque.

» Les faits que je viens de résumer brièvement confirment mes précédentes prévisions [1] sur l'établissement dans le débit *limite* d'un régime uniforme à la vitesse *limite* du son. »

ÉLECTRICITÉ. — *Contribution à l'étude des propriétés de l'arc alternatif.* Note de M. G. CLAUDE, présentée par M. A. Potier.

« Parmi les nombreux phénomènes que détermine l'arc électrique, il en est un que j'ai eu l'occasion d'étudier d'une manière assez complète, et que je crois intéressant de signaler.

» Plaçons en série sur une différence de potentiel alternative de 2400 volts, correspondant à une fréquence d'environ 80 périodes par seconde, un condensateur de $0^{mcf},1$, une clef de court-circuit et 12 lampes à incandescence de 100 volts, 16 bougies.

» La clef de court-circuit étant fermée, les filaments des lampes rougissent par suite du courant de charge et de décharge du condensateur, soit environ $0^{amp},1$, comme on peut s'en rendre compte. Ouvrons la clef de court-circuit de manière à déterminer entre les pointes un petit écart. Un arc permanent jaillit entre ces deux pointes, et l'on observe qu'en même temps l'intensité lumineuse des lampes *augmente très considérablement,* et cela d'autant plus que l'arc est plus long : à la limite de longueur de l'arc

(1) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 160.

compatible avec sa stabilité, soit 1^{mm} environ, la différence de potentiel aux bornes de chacune des lampes, mesurée à l'électromètre, passe de 30 volts à 90 volts.

» L'adjonction, en série dans le circuit, de l'arc, c'est-à-dire en somme d'une résistance additionnelle, produit ainsi cet effet, en apparence paradoxal, d'augmenter l'intensité dans la proportion énorme de 1 à 4, en tenant compte de la variation de résistance des lampes.

» L'arc est évidemment la cause de ce phénomène, puisque sa présence est nécessaire. La différence de potentiel à ses bornes, mesurée à l'électromètre, est de 1200 *volts*, quoique cet arc éclate entre des pointes métalliques très rapprochées, et l'intensité est de $0^{amp},4$. Si l'arc fonctionnait comme une résistance ordinaire, la puissance absorbée dans cet arc serait

$$1200 \times 0,4 = 480 \text{ watts}.$$

» Or, manifestement, il n'en est pas ainsi, attendu que la clef de court-circuit s'échauffe peu, après plusieurs minutes de fonctionnement. L'arc semble donc se comporter dans cette circonstance comme une self-induction presque parfaite, d'autant plus que, placé en série avec une capacité, il diminue très considérablement la résistance apparente du circuit.

» En réalité, l'explication est autre; tant que l'écart entre les pointes de la clef est supérieur à la distance explosive correspondant à la force électromotrice, l'arc n'existe pas, de sorte que le circuit est ouvert et que le condensateur ne peut se charger. Dès que la force électromotrice a atteint la valeur nécessaire, l'arc jaillit. La différence de potentiel aux bornes de la clef tombe presque à zéro et le condensateur se charge *brusquement* sous une force électromotrice considérable, au lieu de se charger petit à petit comme il arrive quand le circuit est métalliquement fermé. Le courant de charge est limité à une petite fraction de la période et par conséquent *beaucoup plus intense*. La moyenne des carrés de l'intensité est beaucoup augmentée; il en est donc de même de la puissance absorbée dans les lampes, comme je l'ai constaté directement, d'ailleurs. Il est évident d'autre part que les choses se passent à la décharge d'une façon analogue.

» On conçoit maintenant la raison de la faiblesse de la puissance dépensée dans l'arc : lorsque la différence de potentiel aux bornes de l'arc est grande, l'intensité est nulle, et réciproquement; mais la moyenne des carrés des différences de potentiel, que mesure l'électromètre, n'en est pas moins considérable.

» On conçoit aussi que la longueur de l'étincelle ait une influence con-

sidérable, puisque l'augmentation de cette longueur réduit de plus en plus la fraction de la période pendant laquelle se produit la charge du condensateur. La nature des électrodes influe aussi, en agissant sur la facilité plus ou moins grande avec laquelle l'arc formé se maintient lorsque la différence de potentiel diminue. Ainsi, avec le charbon, il n'est guère possible d'obtenir plus de 500 à 600 volts aux bornes d'un arc qui peut avoir de 3^{mm} à 4^{mm} de longueur. On fait encore varier la période de charge en agissant sur la valeur de la capacité. Les chiffres que j'ai indiqués sont ceux qui correspondent aux conditions les plus favorables avec la différence de potentiel et la fréquence employées.

» L'expérience montre que la présence d'un condensateur dans le circuit est indispensable pour déterminer l'augmentation d'intensité; conformément à la théorie que je viens d'exposer, l'adjonction d'un arc en série avec des lampes seules *diminue* l'intensité lumineuse.

» On ne peut pas vérifier *de visu* le mécanisme du phénomène que je viens de décrire avec une fréquence de 80, mais la vérification devient aisée en employant du courant à trois ou quatre périodes par seconde, fourni, sous une tension de 170 volts environ, par un moteur Gramme muni de deux bagues, servant comme transformateur de courant continu à 240 volts. En opérant avec un condensateur d'un microfarad et une lampe de $0^{amp},3$, on observe, quand l'étincelle se forme, des maxima de lumière assez intenses et bien séparés, tandis que le filament reste obscur quand la clef de court-circuit est fermée. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse des sels alcalins dissous.* Note de M. C. NOURRISSON, présentée par M. Friedel.

« Comme l'a démontré M. Berthelot (*Annales de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXVII, p. 89), il n'y a pas lieu de séparer dans le travail de l'électrolyse les réactions primaires et celles dites *secondaires*, mais il faut seulement tenir compte de l'état initial et de l'état final de la solution. J'ai cherché, en observant cette règle, à calculer, au moyen des données de la Thermochimie, la force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse des sels alcalins dissous, puis à vérifier expérimentalement le résultat calculé.

» Prenons par exemple le chlorure de sodium; en admettant qu'il y a décomposition totale, puis combinaison totale à partir des éléments,

nous distinguons quatre réactions dont l'ensemble forme l'électrolyse :

1° $NaCl = Na + Cl$ avec absorption de	$96^{cal},4$
2° $H^2O = H^2 + O$ »	68,4
	164,8
3° $Na + O + H + Aq =$ aOH dissoute avec dégagement de...	111,8
4° Formation de composés oxygénés du Cl » ...	6
	117,8

» La différence est de $164,8 - 117,8$, soit 47^{cal} et il faudrait donc que le courant électrique fournît un travail correspondant à 47^{cal} pour électrolyser 1 équivalent de chlorure de sodium, à condition bien entendu qu'il n'ait à faire aucun autre travail que la seule électrolyse.

» La force électromotrice serait alors de $\frac{47}{23,2} = 2^{volts},02$, tension qu'on sait être suffisante pour électrolyser du chlorure de sodium.

» En calculant de même, on trouverait :

Pour NaBr	$40^{cal},6$ et $1^{volt},75$
Pour NaI	$26^{cal},9$ et $1^{volt},16$

résultats confirmés par l'expérience.

» Examinons aussi un oxysel, le sulfate de sodium par exemple donne :

1° $SO^4Na^2 = S + O^4 + Na^2$, avec absorption de	329^{cal}
2° $2H^2O = 2H^2 + O^2$, avec absorption de	136,8
	465,8
3° $S + O^3 + Aq = SO^4H^2$ étendu, avec dégagement de	142,5
4° $Na^2 + O^2 + H^2 + Aq = 2NaOH$ dissoute, avec dégagement de...	223,6
	366,1

Différence .... $99^{cal},7$

» Remarquons qu'il reste bien, d'après ces équations, H^2 à la cathode et O à l'anode, puisque le résultat est identique si l'on admet que le courant a simplement pour effet de décomposer de l'eau et de séparer le sulfate en base et en acide libres ; on a alors :

Décomposition de H^2O	$68^{cal},4$
Neutralisation de l'acide sulfurique	31,4
A fournir par le courant	99,8

» L'acide sulfurique étant bibasique, il faut diviser ce chiffre 2 pour

avoir celui correspondant à un équivalent, soit $\frac{99,8}{2 \times 23,2} = 2^{volts},15$ comme plus petite force électromotrice capable de décomposer du sulfate de sodium.

» Le nitrate et le chlorate de sodium donnent l'un et l'autre de cette façon : 48^{cal} et $2^{volts},07$.

» En examinant les sels d'autres métaux, ceux de potassium par exemple, nous voyons que les résultats sont pareils et cela vient du fait connu que la différence entre les chaleurs de formation du chlorure de potassium et de la potasse est la même qu'entre les chaleurs de formation des composés semblables du sodium; il en est ainsi pour tous les autres sels des métaux alcalins et le travail à fournir est constant pour l'électrolyse de tous les sels d'un même acide.

» Or il faut, d'après la loi de Faraday, une égale quantité d'électricité pour mettre en liberté un équivalent des différents corps simples; il en résulte que si le travail d'électrolyse est constant pour tous les sels alcalins dissous d'un même acide, la force électromotrice le sera aussi puisque ce travail est proportionnel au produit de la quantité par la différence de potentiel.

» Mais, pour les oxysels, le travail consiste toujours à décomposer de l'eau et à mettre en liberté un acide et une base, et comme la chaleur de neutralisation des acides est à peu près invariable, il en résulte que le travail d'électrolyse sera le même pour tous les oxysels et l'on peut donc dire que :

» *La force électromotrice minima nécessaire à l'électrolyse d'un sel alcalin dissous est constante d'une part pour tous les oxysels, d'autre part pour les sels haloïdes dérivant du même acide.*

» Voici le résultat de mes expériences à l'appui de cette opinion :

	Chlorures.	Bromures.	Iodures.	Sulfates.	Nitrates.	Chlorates.
Potassium..........	1,97	1,74	1,15	2,40	2,32	2,45
Sodium..........	2,10	1,71	1,19	2,40	2,36	2,42
Lithium..........	2,01	»	»	2,43	2,45	»
Calcium..........	1,95	1,71	1,16	»	2,28	»
Baryum..........	1,94	1,72	1,17	»	2,37	2,48
Ammonium..........	1,83	1,46	»	2,29	»	»
Valeurs calculées......	2,02	1,75	1,16	2,15	2,07	2,07

» Ces nombres, qui représentent des volts, ne sont pas absolus, la gradua-

tion de l'instrument n'étant pas parfaite, mais ils sont comparables entre eux, et voici comment ils ont été obtenus.

» Soit D la différence de potentiel entre les deux bornes d'un accumulateur à grand débit et à faible tension (5 à 6 volts et 50 ampères par exemple); je mesure directement cette valeur au moyen d'un voltmètre gradué en cinquantièmes de volts, puis j'intercale dans le circuit le bain d'électrolyse contenant la solution en expérience et fais une seconde lecture; soit d le chiffre relevé et E la force électromotrice, on a

$$D - d = E.$$

» Il est facile, au moyen d'un commutateur, de faire rapidement de nombreuses lectures de D et d, dont on peut prendre la moyenne. D'autre part, en connaissant la résistance de l'instrument, on calcule l'intensité du courant; elle était au plus de $\frac{4}{1000}$ d'ampère dans mes essais et la résistance de la solution était pratiquement nulle, les électrodes ayant au moins 30^{cq}; celles-ci étaient en platine, distantes de 10^{mm} à 12^{mm} et séparées par une cloison poreuse.

» Les solutions comparées entre elles contenaient un même nombre de molécules au litre, et le fait de la décomposition a été vérifié chaque fois aux deux pôles; le dégagement d'hydrogène était du reste déjà visible. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une application du silicate de soude.* Note de M. G. **Geisenheimer**, présentée par M. Troost.

« Quelle que soit la pureté des produits chimiques employés dans le blanchissage du linge, on n'est pas certain d'obtenir un nettoyage parfait, même si les cristaux de soude sont très blancs, le savon très riche en corps gras, ou les sels caustiques de soude sans traces de sulfures ou silicates. Souvent le linge ou bien reste roux, ou bien se couvre de grandes taches jaunes ou encore conserve toutes les maculatures préexistantes. Pour corriger ces défauts, le blanchisseur augmente la dose de causticité, allonge le temps de l'ébullition, et si, parfois, il arrive au but, c'est au détriment du linge qui est brûlé. Il est reconnu que le linge s'use beaucoup moins vite dans les campagnes où l'on coule encore la lessive avec des cendres. Aussi tous les mécomptes éprouvés sont-ils généralement imputés aux produits chimiques mis en œuvre, tandis qu'ils doivent être attribués à la nature des eaux employées. Les unes sont réputées de bonne

qualité, d'autres au contraire sont rejetées comme impropres au blanchissage. Cette distinction doit disparaître. Dans les eaux communes, il n'y a que les sels de chaux ou de magnésie qui aient une influence, les sels des autres bases sont en trop faible proportion.

» Le bicarbonate de chaux se dédouble à l'ébullition ou par l'addition de soude et forme un précipité qui adhère au linge : agissant comme une laque, il fixe aux tissus la couleur jaunâtre que possède la solution alcaline où il prend naissance; ces taches de lessive résistent aux lavages subséquents ainsi qu'aux agents oxydants. Le sulfate de chaux agit de même; il est du reste ramené à l'état de carbonate par l'addition du sel de soude. On connaît enfin l'action des sels de chaux et de magnésie sur les savons alcalins qu'ils décomposent.

» Lorsqu'on emploie de l'eau distillée, ou simplement purifiée, les accidents signalés plus haut ne se produisent pas. Mais, dans le blanchissage, on ne peut recourir aux procédés industriels d'épuration qui sont trop compliqués, il faut un moyen plus simple : on rend inoffensive une eau calcaire en l'additionnant d'un silicate alcalin, dont la qualité essentielle est d'être entièrement soluble dans l'eau.

» On l'obtient aisément en mélangeant à du carbonate de soude anhydre en poudre 10 à 20 pour 100 d'une solution saturée de silicate de soude $NaO, 2SiO^2$. Le carbonate tendant à former l'hydrate $NaO, CO^2 + 10HO$ absorbe l'eau de la solution et devient pour ainsi dire le support du silicate. Sous cette forme, ce sel est aisément transportable et conserve sa solubilité, tandis qu'aucun silicate obtenu directement par fusion n'est intégralement soluble.

» Au sein de la lessive, le silicate donne avec les sels de chaux et de magnésie un précipité floconneux qui se dépose très vite, n'est nullement adhésif et devient à l'ébullition pulvérulent comme du sable. En solution dans une eau purifiée, tous les produits lixiviels sont employés utilement; de plus, comme on ne perd plus ni soude caustique, ni carbonate de soude, on peut calculer les quantités strictement nécessaires de ces produits et éviter ainsi un excès nuisible et coûteux.

» L'expérience montre alors qu'il suffit d'une très petite quantité de soude caustique; elle est utile pour amorcer la saponification des corps gras que le carbonate alcalin continue ensuite d'une façon moins énergique et moins dangereuse pour les tissus; mais on peut s'en passer. Du reste, quand on analyse les principes actifs extraits des cendres de bois,

on trouve uniquement du carbonate et du silicate de soude ou de potasse. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques phosphochromates.* Note de M. **Maurice Blondel**, présentée par M. Troost.

« L'acide phosphorique hydraté est susceptible de former avec l'acide chromique plusieurs acides doubles. Je décrirai aujourd'hui les sels bien définis et remarquablement stables obtenus en saturant par la potasse certains mélanges des deux acides. Ces sels répondent aux formules

$$PhO^5.8CrO^3.3KO \quad \text{et} \quad PhO^5.4CrO^3 2KO.HO.$$

Ils cristallisent, le premier sel en prismes courts peu chargés de facettes, le second sel en aiguilles généralement groupées en gerbes. Au contact de l'eau ou d'une dissolution saturée de bichromate de potasse, les prismes courts se hérissent de fines aiguilles qui ne tardent pas à disparaître si le dissolvant est employé en quantité suffisante. De même qu'un lavage à l'eau transforme un de ces sels en lui faisant perdre de l'acide chromique et de la potasse, une dissolution contenant de l'acide phosphorique, de l'acide chromique et de la potasse qui peut abandonner d'abord le sel $PhO^5.8CrO^3.3KO$, donne quand elle est appauvrie en acide chromique le sel $PhO^5.4CrO^3.2KO.HO$. Mais en employant les acides dans un rapport convenable, on obtient à volonté, par addition d'une dose d'alcali insuffisante pour saturer le $\frac{1}{3}$ de l'acide phosphorique, l'un ou l'autre des phosphochromates.

» Un mélange de 1 équivalent d'acide phosphorique trihydraté et de 8 équivalents d'acide chromique dissous dans aussi peu d'eau que possible, traité par $\frac{3}{4}$ d'équivalent de carbonate de potasse, fournit immédiatement un précipité cristallin et dans le vide sec des cristaux déterminables. Le précipité cristallin et les cristaux ont même composition.

» Ils donnent à l'analyse :

	Trouvé.		Calculé.
Acide phosphorique.......	12,0	PhO^5..................	11,6
Acide chromique	64,9	$8CrO^3$..................	65,3
Potasse	22,6	3KO	23,1
	99,5		100,0

» Le mélange de 1 équivalent d'acide phosphorique et de 2 équivalents

d'acide chromique traité par $\frac{3}{4}$ d'équivalent de carbonate de potasse fournit spontanément des cristaux du second phosphochromate, car ils donnent à l'analyse :

	Trouvé.		Calculé.
Acide phosphorique.......	18,8	PhO^5....................	18,9
Acide chromique.........	54,0	$4CrO^3$..................	53,5
Potasse	25,1	2KO.....................	25,3
Eau par différence........	2,1	HO......................	2,3
	100,0		100,0

» Ce dernier mélange présente cette particularité qu'il peut aussi fournir le composé $PhO^5.8CrO^3.3KO$, à la condition que des cristaux de ce sel soient semés avant l'addition de l'alcali. Toutefois les cristaux ne peuvent ni se mouvoir ni se conserver dans ce milieu pauvre en acide chromique; ils finissent même par disparaître, car ils servent à l'accroissement continu de quelques cristaux du sel $PhO^5.4CrO^2.2KO.HO$ formés malgré l'ensemencement.

» La présence de l'acide sulfurique ou de l'acide molybdique dans ces mélanges donne naissance à des sels complexes qui feront l'objet d'une prochaine Note [1] ».

CHIMIE. — *Action de l'acide sulfurique sur le charbon de bois.* Note de M. **A. Verneuil**, présentée par M. Friedel.

« Les réactions secondaires qui accompagnent la formation des anhydrides sulfureux et carbonique, dans la réaction classique de l'acide sulfurique sur le charbon de bois, ne paraissent jusqu'à présent avoir été l'objet d'aucune étude [2].

» Le produit noir visqueux et incristallisable qui constitue le résidu de cette préparation renferme cependant plusieurs matières intéressantes, parmi lesquelles j'ai déjà pu extraire, en quantité notable, deux des principaux acides benzène-carboniques : l'acide mellique (acide phène-hexaméthyloïque) et l'acide benzène-pentacarbonique (acide phène-pentaméthyloïque). Leur préparation et leur identification font l'objet de ce premier Mémoire.

1. La formation de ces acides m'a paru liée principalement à la grande

(1) Travail fait au laboratoire de Minéralogie de la Sorbonne.

(2) M. Terreil a cependant signalé la formation d'une petite quantité d'un acide organique qui se sublime pendant la préparation du gaz sulfureux par ce procédé (*Bull. Soc, chim.*, 2e série, t. II, p. 413).

concentration de l'acide sulfurique, et, par conséquent, à la température à laquelle s'effectue la réaction; il convient d'après cela de produire un dégagement rapide des gaz pour éviter autant que possible le retour, dans le ballon, de l'eau engendrée conformément à la réaction

$$C + 2SO^4H^2 = CO^2 + 2SO^2 + 2H^2O.$$

» En raison des impuretés du charbon de bois (eau, cendres, etc.), ainsi que pour éviter la destruction, par un grand excès d'acide sulfurique, des produits d'abord formés, je n'ai employé, dans ces premiers essais, que 1400^{gr} d'acide ordinaire pour 100^{gr} de charbon, soit une quantité d'acide inférieure à celle qui répond à l'équation ci-dessus.

» Un thermomètre plongé dans le liquide indique que la réaction présente toute son intensité vers 280°; la température ne monte vers 300° qu'à la fin de l'opération. On pèse le ballon de temps en temps et, lorsqu'il ne renferme plus que 90^{gr} à 100^{gr} de matière, ce qui arrive après six heures de chauffe environ, l'attaque est terminée. Il est difficile de dépasser ces limites sans risquer de brûler le produit. La quantité de matière organique entraînée par l'eau, le gaz sulfureux et l'acide sulfurique qui distillent, est insignifiante.

» Après refroidissement, la masse est reprise par l'eau, qui se charge de substances colorées en brun très foncé et laisse une matière noire insoluble, coagulée, dans laquelle on ne retrouve plus trace de la forme primitive du charbon de bois; ce produit, soluble dans les alcalis et dans l'acide sulfurique concentré, sera étudié ultérieurement.

» L'acide sulfurique que renferme la liqueur est éliminé par le chlorure de baryum, employé sans excès, puis on évapore à sec le liquide clair décanté afin de chasser l'acide chlorhydrique; il reste alors, comme résidu, une substance brune, amorphe, très acide et dont le poids s'élève à 20 pour 100 de celui du charbon attaqué. Ce mélange d'acides est repris par l'eau et saturé par l'ammoniaque qui précipite les oxydes de fer, de manganèse, la chaux, etc., à l'état de sels basiques, puis la liqueur filtrée et fortement concentrée abandonne des cristaux de mellate d'ammonium qu'on obtient tout à fait purs, après trois ou quatre cristallisations dans une fois et demie leur poids d'eau. Le rendement atteint 4 pour 100 environ du poids du charbon mis en œuvre.

» Ce mellate d'ammonium a été caractérisé d'abord par sa forme cristalline que M. Wyrouboff a bien voulu examiner : c'est celle d'un prisme orthorhombique, avec $mm = 114°,25$, $a^1p = 151°$, $e^1p = 160°,5$, semblable à celui décrit par G. Rose.

» Le dosage de l'ammoniaque, calculé en AzH^4, a donné 17,39 pour 100; la théorie pour $C^6(CO^2)^6(AzH^4)^6 9H^2O$ exige 17,82 pour 100.

» Il donne avec le chlorure de baryum, en liqueur étendue, un précipité blanc amorphe qui ne tarde pas à se transformer complètement en un magma de fines aiguilles caractéristiques qui répondent, après dessiccation sur l'acide sulfurique, à la formule $C^{12}O^{12}Ba^3 6H^2O$ (trouvé : $C = 16,85$, $H = 1,29$, $O = 33.45$, $Ba = 48,41$; calculé : $C = 16,84$, $H = 1,40$, $O = 33,68$, $Ba = 48,07$).

» J'ai vérifié également que ce mellate d'ammonium se transforme à 160° en paramide insoluble et en acide euchroïque qui fournit sur une lame de zinc la belle couleur bleue caractéristique devenant cramoisie par l'action des alcalis (Wœhler).

» Ces faits établissent que l'un des acides engendrés dans l'oxydation du charbon de bois par l'acide sulfurique est bien l'acide mellique.

» 2. Je n'ai pas trouvé de méthode simple et rapide permettant de purifier les sels qui restent dans la solution brune sirupeuse séparée du mellate brut. Le procédé que j'ai adopté consiste à transformer ces sels ammoniacaux en sels de baryum, à dissoudre ceux-ci dans l'acide chlorhydrique, puis à fractionner par la baryte; on sépare ainsi d'une manière complète les matières brunes qui souillent ces produits.

» A cet effet, la solution des sels ammoniacaux est évaporée à sec en présence d'un léger excès d'hydrate de baryte, puis les sels basiques obtenus sont dissous à froid dans HCl au dixième. Cette liqueur est additionnée d'une solution chaude et concentrée de baryte, jusqu'à la formation d'un précipité persistant; à partir de ce moment, on fractionne la précipitation en ajoutant au liquide une solution de 30gr d'hydrate de baryte par kilogramme de charbon attaqué.

» Ce premier précipité, séparé le lendemain du liquide surnageant, entraîne la majeure partie des produits bruns. En continuant ainsi ce fractionnement jusqu'à ce que la liqueur devienne alcaline, on obtient encore cinq précipités de moins en moins colorés; les deux premiers sont cristallins, les trois autres gélatineux.

» Laissant de côté ces trois derniers précipités amorphes, ainsi que le sel de baryum qui demeure en solution dans la liqueur alcaline finale, j'examinerai seulement aujourd'hui les deux précipités cristallins qui sont assez semblables pur être réunis.

» Ils donnent dans HCl étendu une solution brune qui laisse déposer après concentration un sel de baryum acide cristallisé en aiguilles mélangées avec du chlorure de baryum. Ces deux sels se séparent très aisément des produits bruns; on les obtient tout à fait blancs après trois ou quatre cristallisations dans HCl étendu. Ils sont alors décomposés par la quantité équivalente d'acide sulfurique, on sépare le sulfate de baryum, on évapore à sec pour chasser HCl et le résidu cristallisé une dernière fois dans l'eau fournit l'acide phène-pentaméthyloïque pur et cristallisé. Le rendement atteint près de 3 pour 100 du poids du charbon attaqué.

» Cet acide, obtenu pour la première fois en 1880 par M. Friedel [1] en oxydant le pentaméthylbenzène à l'aide du permanganate de potassium, est très soluble dans l'eau chaude, d'où il se dépose par refroidissement en belles aiguilles soyeuses; il est soluble dans l'alcool et dans l'éther, s'effleurit à l'air et perd 27,56 pour 100 d'eau sur l'acide sulfurique : la quantité d'eau calculée pour $C^6H(CO^2H)^5 6H^2O$ s'élève à 26,60 pour 100.

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. XXXIV, nouv. sér., p. 627, et *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. I, p. 474.

» Desséché à 110°, il répond à la formule $C^6H(CO^2H)^5$ (trouvé : C = 44,19, H = 2,27, O = 53,54; calculé : C = 44,29, H = 2,01, O = 53,69).

» Saturé par l'ammoniaque, il précipite le chlorure de baryum comme le mellate correspondant, mais le précipité amorphe ne se transforme pas spontanément en cristaux. Ses sels alcalins donnent avec l'azotate d'argent un précipité blanc amorphe qui renferme, après dessiccation, 64,38 pour 100 d'argent (théorie : 64,82). Ce sel déflagre par la chaleur en fournissant une matière noire, pulvérulente et très volumineuse, qui laisse après grillage une mousse d'argent pur.

» La saturation de cet acide, par la potasse, a exigé 93,46 pour 100 de KOH (théorie : 94,11).

» Ces données suffisent pour caractériser l'*acide phène-pentaméthyloïque*.

» Il me reste, pour achever ce travail, à purifier les produits du fractionnement par la baryte, que je n'ai pu encore examiner, et à déterminer si l'origine des acides que je viens de décrire provient réellement du carbone, ou si elle n'est que le résultat de l'oxydation des produits hydrogénés qu'une calcination incomplète laisse toujours subsister dans le charbon de bois. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation de l'aldéhyde isovalérianique avec l'acétone ordinaire*. Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« M. Claisen a indiqué, il y a déjà longtemps (¹), que les aldéhydes aromatiques se condensent à froid avec l'acétone ordinaire, en prenant une lessive de soude étendue, pour donner des acétones non saturées. La réaction est la suivante avec l'aldéhyde benzylique :

$$C^6H^5\text{-}CHO + CH^3\text{-}CO\text{-}CH^3 = H^2O + C^6H^5\text{-}CH{=}CH\text{-}CO\text{-}CH^3.$$

» Cette intéressante réaction n'a pas jusqu'ici été appliquée aux aldéhydes de la série grasse. Il y a un an (*Berichte*, t. XXV, p. 3164), M. Claisen a cherché à condenser l'acétone avec l'aldéhyde ordinaire, mais la réaction ne s'est pas passée comme avec l'aldéhyde benzylique. Il s'est produit une acétone-alcool secondaire

$$CH^3\text{-}CHOH\text{-}CH^2\text{-}CO\text{-}CH^3$$

qui n'a perdu une molécule d'eau pour fournir l'éthylidène-acétone que sous l'action de l'anhydride acétique.

(¹) L. Claisen, *Berichte*, t. XIX, p. 2468; *Bull. Soc. Chim.*, t. XXXVII, p. 509; L. Claisen et A. Power, *Ann. Chem.*, t. CCXXIII, p. 137; *Bull.*, t. XLIII, p. 137.

» L'étude des condensations des acétones avec les aldéhydes sous l'influence de lessives alcalines faibles nous a paru d'un grand intérêt. Il nous a semblé, en effet, que cette réaction était une de celles qui peuvent se passer dans les cellules végétales et que les composés auxquels elle donne naissance pouvaient être un des stades intermédiaires de la synthèse des essences naturelles.

» Nous avons constaté que la condensation des aldéhydes grasses avec l'acétone se fait très aisément par la méthode de M. Claisen.

» Nous avons abandonné pendant 3 jours à la température ordinaire un mélange de : aldéhyde valérianique, 100p; acétone, 100p; soude à 10 pour 100, 100p; eau, 600p. Le mélange doit être assez fréquemment agité. Au bout de trois jours l'odeur suffocante de l'aldéhyde valérianique avait à peu près disparu. On sépare alors la couche insoluble, on la sèche avec un peu d'acétate de sodium fondu et l'on rectifie.

» Il passe dans les premières portions un mélange d'acétone et de valéral, puis le thermomètre s'élève rapidement à 179°. La portion principale passe de 170 à 190°; il reste un assez faible résidu dont l'étude n'est pas terminée.

» La portion principale retient de l'eau énergiquement, mais on l'en débarrasse aisément en la faisant bouillir pendant quelques instants avec de l'anhydride acétique, puis rectifiant ensuite avec un petit appareil à boules.

» Le nouveau liquide est complètement incolore, assez mobile et possède une odeur agréable, rappelant celle de l'acétate d'amyle. Il bout à 180° sous 750mm.

» Sa composition est représentée par la formule $C^8H^{14}O$ et répond à celle de *l'isoamylidénacétone* ou *méthylhepténone*. Sa densité à 0° est égale à 0,8580.

» Les indices de réfraction sont $n_2 = 1,4425$, $n_b = 1,4581$ à 17°,8 pour les longueurs d'onde $\lambda_2 = 645$, $\lambda_b = 452,6$.

» La méthylhepténone se combine au bisulfite au bout d'un contact assez long, en donnant un produit cristallisé. Traitée à froid par un mélange de soude, d'hypobromite, d'iodure de potassium, elle est décomposée avec formation d'iodoforme. L'hypobromite seul réagit également, mais ne semble pas fournir de bromoforme.

» L'*isoamylidénacétone* réagit aisément avec le réactif de Crismer (chlorure de zinc-hydroxylamine) en donnant naissance à une *oxime* liquide, bouillant à 225°-230° sous la pression ordinaire, avec une faible décomposition. Cette *oxime* possède un *sel de sodium* insoluble dans la soude concentrée, un *dérivé benzoylé* huileux.

» La réduction par l'alcool et le sodium ne fournit qu'une faible quantité de *méthylhepténol;* en revanche, il se fait une forte quantité d'une substance liquide à point d'ébullition élevé qui semble être la pinacone correspondante.

» Il est naturel d'admettre que la réaction qui donne naissance à la méthylhepténone s'est passée suivant le schéma

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>CH-CH^2-CHO+CH^3-CO-CH^3$$

$$=H^2O+\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>CH-CH^2-CH=CH-CO-CH^3,$$

et que le nouveau corps constitue réellement l'*isoamylidénacétone* ou 2 *méthyl* – 4 *heptène* – 6 *one*.

» Cependant il ne serait pas impossible que le départ de la molécule d'eau donnât naissance à l'isomère

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^2 \end{matrix} \rangle CH - CH = CH - CH^2 - CO - CH^3$$

ou 2 *méthyl* – 3 *heptène* – 6 *one*.

» Pour décider la question, nous avons soumis le produit à l'oxydation au moyen du bichromate de sodium et de l'acide sulfurique. Nous avons enlevé les acides formés par la distillation; nous les avons transformés en sels de baryum, puis en éthers éthyliques. Ceux-ci, lavés à l'eau, séchés et rectifiés, se sont trouvés composés exclusivement de valérianate d'éthyle bouillant à 130°-134° (133°) dès la première distillation. L'isoamylidénacétone seule peut donner à l'oxydation de l'acide isovalérianique; son isomère fournirait de l'acide isobutyrique.

» Cette démonstration de la constitution de l'isoamylidénacétone peut sembler à première vue inutile; elle ne l'est pas cependant, car on a déjà attribué la constitution de l'isoamylidénacétone à un corps qui, comme nous allons le montrer, est nettement différent de celui que nous avons eu entre les mains.

» M. Wallach [1], en décomposant par la chaleur l'anhydride cinéolique, a obtenu une méthylhepténone bouillant à 173°-174° à laquelle il a donné pour constitution

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \rangle CH - CH = CH - CH^2 - CO - CH^3.$$

» Récemment MM. Tiemann et Semmler [2] ont préparé la même substance en oxydant le géraniol et le citral par le bichromate de potassium, ainsi qu'en décomposant, au moyen de la potasse alcoolique faible, le nitrile dérivé du citral.

» MM. Tiemann et Semmler ont constaté l'identité de leur produit avec celui obtenu par M. Wallach. L'un et l'autre traités par une solution refroidie de deux molécules de brome dans trois molécules de soude caustique fournissent un produit cristallisé fondant à 98°-99°. D'autre part, M. Wallach a établi que la méthylhepténone était convertie en dihydrométaxylène par le chlorure de zinc anhydre.

---

(1) *Ann. de Chim.*, t. CCLXVIII, p. 319. — *Bull.*, 3e série, p. 898.

(2) *Berichte*, t. XXVI, p. 2708 et *Bull.*, 3e série, t. IX, p. 979.

» Après avoir montré l'identité de leur méthylhepténone avec celle provenant de l'anhydride cinéolique, M. Tiemann et Semmler ont rejeté la constitution proposée pour elle par M. Wallach et en ont voulu faire l'*isoamylidénacétone*.

» Nous croyons que M. Wallach était dans le vrai, car le corps que nous avons entre les mains est l'isoamylidénacétone et il est nettement différent de la méthylhepténone de Wallach.

» 1° L'isoamylidénacétone ne fournit pas avec le brome et la soude de dérivé cristallisé;

» 2° L'action du chlorure de zinc dans les conditions indiquées par M. Wallach fournit des produits de condensation à poids moléculaire élevé et non pas le dihydrométaxylène;

» 3° Le point d'ébullition de notre acétone est plus élevé;

» 4° Les indices de réfraction sont plus petits

$$n_D = 1,4400 \text{ (Wallach)}, \qquad 1,4445 \text{ (Tiemann)}.$$

» MM. Tiemann et Semmler n'ont établi par aucune expérience la constitution qu'ils imposent à leur méthylhepténone; ils l'ont conclue des schémas qu'ils ont adoptés pour représenter le géraniol et le citral et qui semblent incompatibles avec la constitution proposée par M. Wallach. L'inexactitude de la conclusion nous paraît en ébranler fortement les prémisses.

» La préparation de la méthylhepténone se fait avec un rendement excellent. Nous avons constaté que l'œnanthol réagit aussi très aisément sur l'acétone en donnant un produit cristallisé dont nous continuons l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Études sur les propriétés chimiques de l'extrait alcoolique de levure de bière : formation d'acide carbonique et absorption d'oxygène.* Note de M. **J. de Rey-Pailhade**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Les phénomènes chimiques qui se produisent au sein des organismes vivants sont engendrés par le conflit de principes immédiats, généralement très instables, qui se détruisent souvent sous l'action des réactifs employés pour les extraire. Il est cependant possible, en utilisant le froid et certains antiseptiques faibles, d'obtenir des liqueurs produisant, à l'abri de tout élément figuré, plusieurs phénomènes chimiques caractéristiques de la vie. C'est ce que les faits suivants démontrent :

» On délaye 100gr de levure de bière très jeune, pressée, à 20 pour 100 de résidu sec

environ, dans 55gr d'eau chargée d'un peu de glucose, puis on ajoute, par petites portions, 45gr d'alcool à 90° centésimaux. On remplit complètement un flacon de cette bouillie, on bouche et l'on conserve à la température de 0°. On agite de temps en temps pendant trois jours, puis le mélange mousseux est versé sur un filtre de papier. Le *filtratum* est repassé à la bougie stérilisatrice de M. d'Arsonval. Le liquide est reçu dans un vase stérilisé et soumis au vide d'une trompe à eau pour enlever l'excès d'acide carbonique dissous.

» Cette liqueur, au titre de 22 pour 100 d'alcool environ, un peu acide et privée de tout organisme vivant, jouit des trois propriétés chimiques suivantes, appartenant aussi à la levure de bière vivante : 1° de produire de l'hydrogène sulfuré au contact du soufre à froid ; 2° de dégager spontanément de l'acide carbonique à l'abri de l'oxygène ; 3° d'absorber l'oxygène libre de l'air. Voici les expériences qui le prouvent :

» 1° En mélangeant et en agitant dans un flacon du soufre avec cette liqueur, il se produit un peu de H^2S qui noircit bientôt un papier à l'acétate de plomb suspendu dans l'atmosphère du flacon. Cette formation est due à un principe immédiat, le *philothion*, sur lequel j'ai déjà eu l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie (¹).

» 2° Dans trois matras stérilisés on verse, à l'aide d'une pipette jaugée, 25cc de liqueur, puis on fait le vide à la pompe à mercure et l'on scelle à la lampe en ayant soin d'étirer l'extrémité en pointe fine. Un des matras est immédiatement soumis à l'analyse pour y déterminer l'acide carbonique que le vide à froid n'a pu enlever. On y parvient en introduisant le bout effilé dans un caoutchouc fixé à l'une des deux tubulures d'un petit flacon, dans lequel on a préalablement versé 0cc,5 d'acide sulfurique. L'autre tubulure est reliée à la pompe par un tube vertical entouré d'un manchon plein d'eau froide. Le flacon étant plongé dans de l'eau à 45° C., on fait le vide dans tout le système. A ce moment on brise la pointe effilée du matras ; son contenu descend dans le flacon au contact de l'acide sulfurique. Il se produit un abondant *coagulum* d'albumine, avec dégagement d'acide carbonique qu'on recueille et qu'on dose (A). Les autres matras sont conservés et agités pendant plusieurs jours à la température du laboratoire, puis on analyse un deuxième matras de la même manière que le premier ; on a (B) d'acide CO^2. La différence (B — A) donne l'acide carbonique produit spontanément dans le vide. La liqueur conservée dans le vide perd lentement sa limpidité primitive, mais l'examen microscopique du liquide du troisième matras non chauffé ne dénote que des amas informes de matière albuminoïde, et les ensemencements faits avec la liqueur trouble dans différents milieux sont tous restés stériles.

» Voici les résultats de deux expériences, rapportées par le calcul à 100cc de liqueur :

CO^2			Durée de l'expérience.
(A).	(B).	(B — A).	
16cc,8	48cc,8	32cc,0	7 jours
17cc,2	41cc,0	23cc,8	10 »

(¹) *Comptes rendus*, séances des 11 juin et 2 juillet 1888 et du 18 février 1889.

» 3° Versons l'extrait alcoolique de levure de bière dans les matras pleins d'air, et, à l'aide d'un appareil tournant, agitons constamment l'air et le liquide. En faisant l'analyse du gaz emprisonné, on constate qu'il y a eu absorption d'oxygène et formation d'acide carbonique. Voici les résultats :

CO^2 (B — A).	Oxygène absorbé.	Durée. de l'expérience
cc 39,6	cc 10,8	jours 3
5,6	2,1	1
6,0	2,5	1

» On sait depuis Spallanzani que les tissus récemment détachés de l'organisme vivant consomment de l'oxygène et produisent de l'acide carbonique, soit dans l'air, soit dans un gaz inerte comme l'azote. M. Gautier a généralisé ces faits en étudiant les produits du fonctionnement autonome du tissu musculaire séparé de l'être vivant et mis à l'abri des microbes. J'ai montré, il y a quelques années, que les tissus, broyés avec du soufre, produisent de l'hydrogène sulfuré. Mes dernières expériences établissent que les principes immédiats eux-mêmes produisent ces phénomènes lorsqu'ils ont été extraits par des dissolvants convenables, et que ces effets paraissent indépendants de tout élément figuré. Nous examinerons ultérieurement le rôle physiologique du philothion, qui existe abondamment dans ces extraits alcooliques (1). »

HYDROGRAPHIE. — *Sur les fonds sous-marins de la région de Banyuls et du cap de Creus.* Note de M. **G. Pruvot**, présentée par M. H. de Lacaze-Duthiers.

« De nombreux sondages, effectués pendant les mois d'août à octobre de l'année 1893, ont permis de dresser la Carte marine détaillée de la région comprise entre la plaine du Roussillon et le golfe de Rosas (Espagne) jusqu'à 40^{km} au large.

» On sait que les deux côtes plates du Roussillon et de la vallée de Lampourdan (golfe de Rosas) courent sensiblement du nord au sud, séparées par la chaîne montagneuse des Albères, et que celle-ci se termine par la

(1) C'est avec un véritable plaisir que je remercie M. le professeur Armand Gautier des utiles et précieux conseils qu'il m'a donnés en 1893, alors que je vérifiais dans son laboratoire quelques-uns des faits précédents.

large masse du cap de Creus qui porte à l'est sa pointe extrême jusqu'à 20^{km} environ de la ligne générale de la côte.

» Au point de vue du relief sous-marin, cette pointe du cap de Creus sépare aussi deux régions différentes. A son niveau, le plateau continental est réduit à une mince bordure de moins de 3^{km} de large, reliant deux vastes plateaux dont l'un, au nord, appartient aux eaux françaises et l'autre, au sud, continue la côte d'Espagne. Ce dernier descend en pente douce et régulière vers l'est, et la profondeur de 400^{m} n'est atteinte qu'à 40^{km} au large de Rosas; mais son bord septentrional rectiligne forme un talus assez rapide pour qu'on voie le fond tomber de 188^{m} à 759^{m} en moins de 4^{km} de parcours horizontal. Celui du nord, terminaison occidentale de la vaste plaine sous-marine peu profonde qui occupe tout le golfe du Lion, après s'être abaissé, à partir du rivage, jusqu'à 100^{m} de profondeur environ, reste sensiblement horizontal sur une vaste étendue, puis tombe rapidement à des profondeurs supérieures à 800^{m}. De plus, cette sorte de falaise, au lieu d'être droite comme celle du plateau espagnol qui lui fait face, est profondément découpée par trois échancrures, trois ravins étroits et profonds, limités de chaque côté par des talus rapides, mais dont la ligne de fond est presque horizontale, comprise entre 600^{m} et 700^{m}, bien que l'un d'eux ait une longueur de plus de 15^{km}.

» Cette région se laisse, d'après la nature des fonds, diviser en quatre zones :

» 1° Une *zone littorale* étroite qui descend jusqu'à 40^{m} environ. Formée de roches sur le prolongement des caps et, dans leurs intervalles, de graviers et de sables recouverts ordinairement de Posidonies, elle correspond à la zone où l'agitation perpétuelle des eaux empêche le dépôt de sédiments plus meubles.

» 2° La *zone de la vase côtière* grise, assez foncée, compacte et lourde. De largeur variable et surtout développée dans le nord où elle forme une large tache s'étalant autour de l'embouchure du Tech, elle descend partout, sauf contre la pointe du cap de Creus où elle manque, sans mélange sableux jusqu'à 90^{m} environ, et représente l'apport actuel des rivières étalé en nappe à la surface des sables sous-jacents.

3° La *zone des graviers du large* qui se montrent à découvert sur tout le reste du plateau et descendent jusqu'à la profondeur de 250^{m} en moyenne. C'est un mélange de sable, graviers et petits cailloux fortement roulés composés des roches de la région. Ils montrent à leur surface, surtout vers le bord du plateau, des concrétions brunes, volumineuses, formant par endroits de vrais bancs rocheux redoutés des pêcheurs. Elles sont constituées par des débris de coquilles et des tubes d'annélides cimentés ou englobés par un dépôt brun foncé, calcaire et ferrugineux, à couches concentriques, indice d'un état de repos actuel des eaux confirmé par la fixation sur tous les cailloux ou grains de gravier d'une foule d'organismes délicats, mais qui contrastent avec leur

aspect roulé et prouve qu'ils ont été charriés à une époque antérieure au régime actuel des eaux et des rivières de la région.

4° La *zone de la vase profonde*, tapissant tous les grands fonds et les talus au-dessous de 250^{m}. Très fine, molle, d'un gris jaunâtre pâle, virant au vert quand elle commence à se dessécher, elle passe au fond des ravins susmentionnés à une vase bleu-ardoisé, très compacte, où la coupe du sondeur n'enfonce plus. Celle-ci étant recouverte à sa surface d'un mince lit de coquilles et graviers éboulés du plateau et purs de tout mélange vaseux montre par là qu'elle ne continue plus à se déposer, mais qu'elle doit être considérée comme formée par les anciens apports de vase profonde non recouverts par des dépôts nouveaux et en voie de solidification.

» Sur le plateau espagnol les dépôts ne montrent plus cette succession. On trouve bien encore dans sa partie nord la vase côtière et la vase profonde séparées par la même bande de graviers purs et roulés, mais ils disparaissent bientôt, et au niveau du golfe de Rosas la vase côtière, ici molle, jaunâtre et verdissant en séchant, montre partout et d'emblée les mêmes caractères que la vase profonde qui la continue et à laquelle elle donne naissance.

» D'après ces faits, tout en attendant le résultat des analyses détaillées des sédiments recueillis, je crois pouvoir conclure que, dans la région de Banyuls du moins, le plateau continental formé entièrement de sables et de graviers, ne montrant nulle part ses talus, malgré leur forte inclinaison, de saillies rocheuses, est dû en entier à des apports alluviens, continuation sous-marine de ceux de la plaine du Roussillon et se rattachant comme eux aux grands phénomènes de transport de l'époque quaternaire. Les profonds ravins qui découpent son bord ont dû être produits par la présence de quelques restes des derniers prolongements des Albères qui auraient divisé le courant et empêché les dépôts au delà d'eux.

» Aujourd'hui, les rivières affaiblies du Roussillon ne peuvent plus étaler leurs sédiments à la surface de ces anciens dépôts que jusqu'à une faible distance de la côte et ne prennent aucune part à la formation de la vase profonde.

» Celle-ci est d'origine méridionale. Les rivières espagnoles, la Muga, la Fluvia, d'autres peut-être encore plus au sud, étalent actuellement leur vase côtière plus fine, jaune verdâtre jusqu'à une distance plus considérable du rivage; ce sont ses parcelles les plus fines qui recouvrent le bord méridional du plateau français et ses découpures. Leur transport aurait aussi une énergie décroissante, et les premiers sédiments poussés jusqu'au fond des ravins et non recouverts par des apports nouveaux auraient pris peu à peu les caractères de couleur et de compacité de la vase bleue.

» Ainsi, les dépôts ont dû se faire ici successivement suivant deux directions opposées : les premiers, à gros éléments, venus du nord-ouest et qui ont constitué le plateau continental, ont été ensuite recouverts en partie par des couches de vase fine qui se sont étendues dans la direction du sud-est au nord-ouest après avoir contourné le cap de Creus.

» Les sondages et dragages nécessités par l'exploration des 1700^{km} carrés que représente cette carte ont été effectués avec les seules ressources du laboratoire Arago, mises à ma disposition par M. de Lacaze-Duthiers avec une libéralité dont je ne saurais assez le remercier. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Un signe de mort certaine, emprunté à l'ophtalmotonométrie. Lois de la tension oculaire.* Note de M. **W. Nicati**, présentée par M. Ranvier.

« En étudiant la tension oculaire à l'aide du nouvel instrument que j'ai fait construire et présenté récemment à la Société de Biologie, on trouve que cette tension, ou plus simplement dureté, qui est normalement de 18^{gr} à 21^{gr}, oscille à l'état physiologique entre 14^{gr} et 25^{gr} (T 0,4 à 1), baisse avec la cessation des battements du cœur à 12^{gr} environ, pour s'affaisser ensuite progressivement avec des ressauts ou retours en arrière brusques, ne dépassant jamais douze. A partir d'une demi-heure, on rencontre déjà les duretés minima de 1^{gr} à 3^{gr}, mais la détente définitive n'a lieu qu'après deux heures; elle devient alors complète.

» L'œil énucléé et replacé dans son orbite présente les mêmes phénomènes.

» L'instrument qui donne ces résultats est d'une extrême précision; ses indications sont dépouillées de l'équation personnelle à l'observateur qui a entravé, jusqu'à ce jour tous les procédés pratiques de tonométrie oculaire.

» Il en résulte un signe de mort certaine qui réside dans un premier affaissement au moment de l'arrêt du pouls et dans un affaissement définitif, et au plus haut degré démonstratif peu d'heures après.

» Les lois qui président à ces phénomènes sont les suivantes :

» 1° La tension oculaire est fonction de la tension sanguine;

» 2° Elle obéit à une régulation réflexe opposant à la pression sanguine des pressions égales (et empêchant soit les déformations qu'une pression sanguine exagérée pourrait provoquer, soit les ischémies qu'une pression

sanguine trop faible amènerait inévitablement si l'œil conservait une pression constante);

» 3° Une régulation rapide, provisoire, a lieu par la rétraction rapide ou contraction de la coque oculaire musculeuse;

» 4° Une régulation plus lente et plus durable a lieu par la sécrétion d'humeur aqueuse et son élimination.

» Ces lois méritent de fixer l'attention, et pour leur portée ophtalmologique, et pour les applications à en tirer au profit de la Médecine générale, la dureté de l'œil permettant une appréciation de la tension sanguine. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Quelques observations à propos du venin des serpents.* Note de M. **S. Jourdain**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les intéressantes expériences de MM. Bertrand et Phisalix ont démontré que la résistance de la Vipère à l'inoculation de son propre venin et, en dernier lieu, celle de la Couleuvre à cette même intoxication, proviennent de la présence d'une certaine quantité de venin dans le sang de ces Serpents. On s'explique aisément la présence du venin dans le sang de la Vipère, puisque une glande spéciale, bien développée, est chargée de la sécrétion de ce produit toxique. Or, comme il arrive pour toutes les sécrétions, une certaine quantité du produit sécrété existe normalement dans le torrent circulatoire. En vertu de cette règle générale, la présence dûment constatée du venin dans le sang de la Couleuvre implique chez cette dernière l'existence d'un appareil vénénifique. C'est ce que les recherches de MM. Bertrand et Phisalix viennent de révéler.

» La Couleuvre à collier (*Natrix torquatus*) n'est pas la seule qui se montre réfractaire au venin de la Vipère. Ainsi que je m'en suis jadis assuré, la Couleuvre vipérine (*Tropidonotus viperinus*), la Couleuvre d'Esculape (*Elaphis Æsculapii*), la Couleuvre lisse (*Coronella lævis*) et la Couleuvre à échelons (*Rinachis scalaris*) possèdent une semblable immunité.

» Je regarde donc comme certain que ces Ophidiens possèdent des appareils vénénifiques, dont les produits se retrouvent dans leur sang. Bien plus, j'incline à croire que cet appareil existe chez tous les Ophidiens.

» Dans les Serpents venimeux les glandes à venin ne font que se masser et s'hypertrophier. En outre, un appareil d'inoculation perfectionné y est adjoint.

» Au point de vue de la situation de l'appareil inoculateur, on peut établir

deux groupes. Les dents sillonnées ou tubuleuses sont en avant de la mâchoire supérieure, groupe protéroglyphe; ou elles sont rejetées tout à fait en arrière, groupe opistoglyphe. Nous possédons en France des représentants de ces deux groupes. Les deux espèces de Vipères (*Vip. aspis* et *Vip. berus*) sont des Protéroglyphes. Le groupe opistoglyphe n'est représenté que par la Couleuvre de Montpellier (*Cœlopeltis insignitus*).

» La Vipère a fait l'objet d'un grand nombre de travaux anatomiques et physiologiques. Par contre, le *Cœlopeltis* a été peu étudié. A Montpellier, j'eus plusieurs individus vivants à ma disposition; la dissection me permit de reconnaître, comme l'avait fait auparavant Duvernoy pour d'autres Opistoglyphes, la présence d'une petite glande à venin, dont le conduit excréteur était en rapport avec les crochets sillonnés postérieurs.

» Le *Cœlopeltis* a la forme générale et les habitudes des Couleuvres. Il n'attaque point les animaux vivants, dont il se nourrit, de la même manière que la Vipère. Celle-ci, comme les serpents à crochets antérieurs, fond sur sa proie avec la rapidité de l'éclair, la blesse avec ses crochets, puis se retire et attend tranquillement l'effet prompt et assuré du poison, qui va mettre sa victime à sa merci. Le *Cœlopeltis*, comme les Aglyphodontes, lutte corps à corps avec sa victime, qu'il étreint dans ses anneaux, ou, presque toujours, se nourrissant de petites proies, happe sa proie avec ses mâchoires. C'est seulement quand cette proie est fortement engagée, que les dents à venin peuvent entrer en action.

» Cependant, le venin de la Couleuvre de Montpellier a une activité comparable à celui de la Vipère. La vérification expérimentale exige quelques précautions. Lorsque le Serpent, qui est d'un caractère assez irascible, se jette sur un corps assez volumineux, il ne blesse qu'avec les dents antérieures. Pour enfoncer dans les tissus les crochets à venin, je faisais abaisser fortement par un aide la mâchoire inférieure de la Couleuvre, passée dans l'anneau d'une clef, puis j'introduisais transversalement un membre de la victime jusqu'au fond de la bouche, et j'y implantais les crochets. J'ai vu ainsi périr assez rapidement de petits Mammifères et des Oiseaux.

» Je n'ai point eu l'occasion d'essayer le venin de la Vipère sur le *Cœlopeltis*, mais je suis convaincu que ce Serpent doit s'y montrer particulièrement réfractaire. Il sera d'ailleurs facile, sans doute, d'expérimenter sur cet Opistoglyphe, qui n'est pas rare en divers points du sud-est de la France. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune ichthyologique des eaux douces de Bornéo.* Note de M. **Léon Vaillant**, présentée par M. E. Blanchard.

« Le Muséum ayant reçu de Bornéo d'importantes collections ichthyologiques, une en particulier recueillie récemment par M. Chaper dans les environs de Sémitou, à 600^{km} de l'embouchure du Kapoas, leur étude m'a conduit à rassembler sur les poissons d'eau douce de cette île des documents susceptibles, je crois, de fournir certaines indications sur les rapports à établir entre sa faune et celle des contrées voisines.

» Les nombreux travaux de Bleeker, ceux publiés depuis par MM. Günther, Vinciguerra, Steindachner, Perugia, joints aux nouveaux matériaux dont j'ai pu disposer, permettent de reconnaître à Bornéo 322 espèces de Poissons dulçaquicoles. Ce nombre doit, sans aucun doute, être considéré comme encore inférieur à la réalité, car, en dressant la liste des points où des récoltes ont été faites, on est frappé de voir quelle surface de la grande île reste inexplorée, combien sont restreints les territoires où les recherches ont été quelque peu complètes. Une trentaine de localités ont pu être relevées : plus de la moitié appartiennent à la partie ouest, aux bassins du Sambas et du Kapoas surtout, un cinquième à la partie sud-est; nos connaissances pour la faune ichthyologique à l'est, au nord et au nord-ouest se réduisent à quelques stations isolées, desquelles ne sont venues qu'un très petit nombre d'espèces, sauf peut-être pour le bassin du Sarawak, exploré par MM. le marquis G. Doria et le Dr Beccari, mais on n'a publié qu'incomplètement les résultats de ce voyage. La plus grande partie de cette vaste contrée restée donc inconnue et ce qui en a été étudié l'a été d'une manière très inégale. Ainsi, sur les 322 espèces, 230 (73 pour 100) se rencontrent dans la partie ouest, 179 (56 pour 100) dans la partie sud-est; pour les trois autres, les chiffrés sont insignifiants, 2 espèces pour la partie est, 7 pour la partie nord, une trentaine pour la partie nord-ouest.

» Malgré l'imperfection de nos connaissances, il est cependant déjà permis de penser que la faune ichthyologique de Bornéo doit être regardée comme homogène, et se rapproche, dans son ensemble, de la faune indo-malaise.

» Pour ce qui regarde le premier point, si nous comparons les parties ouest et sud-est, de toutes les mieux étudiées, on trouve que 106 espèces, soit plus d'un tiers du nombre total et près de moitié des espèces citées dans la première région, où ce nombre est le plus grand, sont communes à l'une et à l'autre. Les 2 espèces de la partie est et

4 sur les 7 de la partie nord, se rencontrent également dans les précédentes, toutes appartenant à la faune indo-malaise. Enfin pour la partie nord-ouest, très rapprochée, il est vrai, de la partie ouest, 20 espèces, soit environ les deux tiers, se retrouvent dans les deux régions typiques. Ces observations tendent à faire admettre que les populations des différents bassins offrent un fácies commun. La chose n'est pas moins évidente, sans entrer ici dans de plus grands détails, si l'on a égard non plus à l'ensemble de la faune, mais à certaines familles : *Siluridæ, Cyprinidæ, Labyrinthicidæ, Ophicephalidæ;* plus spécialement caractéristiques des eaux douces.

» Quant aux rapports généraux de cette faune avec celles des contrées voisines, point déjà discuté en 1867 par M. Ed. von Martens, nos études confirment, en les étendant, les idées émises par ce zoologiste.

» Nous trouvons aujourd'hui que sur les 322 espèces, en en déduisant 72 (22 pour 100) spéciales à la grande île, 126 (39 pour 100) existent sur d'autres points de l'archipel malais occidental, 112 (35 pour 100) à la fois dans ces îles et sur le continent, enfin un petit nombre, 12 (4 pour 100), ne sont jusqu'à présent connues que de ce dernier. En faisant porter la comparaison sur les familles données plus haut comme caractéristiques, le résultat est encore plus démonstratif puisque, sur les 176 espèces qu'elles renferment, 18 pour 100 seraient spéciales, 57 pour 100 ont été signalées sur d'autres points de l'archipel, 22 pour 100 se trouvent en même temps sur le continent asiatique, 3 pour 100 sur ce dernier et à Bornéo.

» Parmi les espèces spéciales, un grand nombre appartiennent à des genres représentés par des espèces équivalentes dans les autres parties de la région indo-malaise; quelques genres cependant, 8 sur 43, ne sont connus que de cette île; 2 appartiennent aux Siluroïdes (*Diastatomycter, Breitenstenia*), 4 aux Cyprinoïdes (*Oxybarbus, Rasborichthys, Gastromyzon, Eucirrhichthys*), 1 aux Clupéoïdes (*Clupeoides*), 1 aux Gobioïdes (*Tripauchænichthys*).

» C'est au reste dans ces quatre familles, surtout dans les deux premières, qu'il faut chercher la caractéristique de la faune, car elles comprennent entre elles toutes 206 espèces, bien près des deux tiers de la population totale des eaux douces.

» La comparaison avec les terres situées à l'est de Bornéo offre plus d'incertitudes, par suite de l'insuffisance des documents relatifs à cette partie de leur faune ichthyologique. Ainsi, pour ne parler que des points où l'importance des cours d'eau et des lacs intérieurs doit faire présumer qu'il existe en nombre des poissons dulçaquicoles, 28 seulement de ceux-ci sur 762 espèces sont cités de Célèbes, 25 sur 292 des Philippines, aucun n'est connu de Palawan. Tout ce que l'on peut conclure de données aussi incomplètes, c'est que, jusqu'ici, l'absence des *Cyprinidæ* sur la première

de ces îles l'éloigne de la faune indo-malaise, tandis que, trois espèces de ce groupe existant aux Philippines, ce fait établit une relation importante entre la faune de cet archipel et celle de la région orientale, par suite avec Bornéo. »

BOTANIQUE. — *Moyen d'assurer et de rendre très hâtive la germination des vignes.* Note de M. **Gustave Chauveaud**, présentée par M. Duchartre.

« Ne réussissant pas à faire germer des graines de *Vitis rupestris,* placées depuis deux mois dans une étuve à 27°, j'essayai de faciliter la pénétration de l'eau dans les parties profondes de la graine, ainsi que le font les pépiniéristes dans certains cas.

» Pour cela, prenant d'autres graines de la même provenance ([1]), je les divisai en trois lots, destinés à être traités comparativement.

» Sur les graines du premier de ces lots, j'enlevai la portion du tégument correspondant à l'extrémité supérieure renflée, et sur celles du deuxième la portion recouvrant l'un ou l'autre flanc de l'extrémité inférieure ou bec. Les graines ainsi préparées furent semées dans l'étuve à 27°. L'eau, imbibant l'albumen des unes comme celui des autres, pénétrait facilement jusqu'à l'embryon. Au bout de quelques semaines, la décomposition intervint, rendant désormais impossible la germination qui ne s'était pas encore manifestée.

» Sur les graines du troisième lot, je décortiquai la pointe du bec, mettant à nu la portion de l'amande qui contient la radicule. Les graines traitées de cette façon furent à leur tour placées dans la même étuve que les précédentes. Le dixième jour ne s'était pas encore écoulé que plusieurs d'entre elles commencèrent à germer, leur radicule pointant en dehors sans rencontrer d'obstacle.

» Ainsi, la décortication de la pointe du bec, non seulement assurait la germination, rebelle auparavant, mais encore l'accélérait beaucoup, puisque celle-ci ne commence à se produire, dans les conditions ordinaires, que vers le trentième jour.

» En employant ce procédé, je pus faire germer rapidement des graines provenant, soit d'espèces typiques (*V. riparia*, *V. Berlandieri*), soit de variétés (Chasselas blanc) ou même d'hybrides (Champin) ([2]).

([1]) Ces graines ont été récoltées par mon collaborateur, M. D. Bethmont, dans son champ d'expériences de La Grève (Charente-Inférieure).

([2]) Ces dernières graines, envoyées d'Amérique par M. Thomson, avaient été conservées depuis trois ans sur une étagère du laboratoire au Muséum.

» Bien plus, en élevant la température de l'étuve, sans immersion préalable dans l'eau ou dans les liquides chlorés, je parvins à obtenir, dès le troisième jour, la germination des différentes graines de Vigne ainsi décortiquées.

» On admettait généralement que, pour hâter la germination des graines à noyau osseux, il suffit de faciliter à l'eau l'accès de leurs parties profondes. La comparaison des résultats précédents montre qu'il est surtout efficace de supprimer en même temps l'obstacle qui s'oppose à la sortie de la plantule. »

GÉOLOGIE. — *Sur la structure des Alpes françaises.* Note de M. **Marcel Bertrand**, présentée par M. Daubrée.

« Les études que je poursuis depuis quatre ans en Maurienne et en Tarentaise m'avaient amené d'abord à adopter pour les *schistes lustrés* les conclusions de nos confrères italiens, et à les considérer comme paléozoïques. J'ai trouvé cette année des coupes décisives qui forcent à revenir à l'ancienne opinion de Lory, et à attribuer ces schistes au Trias, ou même partiellement au Lias. Les preuves, que je donnerai autre part, se lient intimement à des conclusions générales sur la structure de la région étudiée, conclusions qui s'étendent même, je crois, à toute la chaîne. Ce sont elles que je désire ici brièvement exposer.

» 1° *Les Alpes françaises sont construites en éventail.* La bande de terrains houillers, qui va de Bourg-Saint-Maurice à Briançon, est le centre de l'éventail. Sur ses bords, il y a de part et d'autre comme une étroite zone frontière, dans laquelle le sens du renversement est indécis ; mais une fois cette frontière passée, tous les plis de l'est se couchent vers l'Italie et tous les plis de l'ouest se couchent vers la France ([1]).

» Les exceptions à cette règle, telles que l'éventail du mont Blanc et du Saint-Gothard, sont peu nombreuses et accidentelles ; je crois qu'on pourrait, à côté des coupes classiques de ces massifs qui montrent la structure

---

([1]) C'est grâce à cette structure en éventail que l'âge relativement récent des schistes lustrés peut être démontré. Dans presque toute la zone d'extension de ces schistes, les superpositions ne prouvent rien, parce que *la structure est monoclinale.* Heureusement il est resté quelques grands paquets sur le sommet de l'éventail. Là non seulement la superposition s'impose avec évidence, mais elle ne peut recevoir d'autre explication qu'une postériorité d'âge.

en éventail, en citer d'autres parallèles où elle fait défaut. Ces exceptions se produisent d'ailleurs seulement sur le bord des massifs amygdaloïdes dont je parlerai tout à l'heure ([1]).

» Vers le nord-est, en arrivant à la frontière, la zone centrale de l'éventail s'élargit considérablement et *embrasse tout le massif du mont Rose;* dans cette zone élargie, il n'y a pas de sens déterminé pour l'inclinaison des plis.

» Au sud, la zone subit un changement plus extraordinaire; au lieu d'être occupée, comme cela semble naturel, par les terrains les plus anciens dressés en anticlinal, elle est occupée par les terrains les plus récents, par les couches du Nummulitique et du Flysch. *La zone centrale est marquée, au moins géologiquement parlant, non plus par une saillie, mais par un creux*. Une Note préliminaire de MM. Kilian et Hang nous a appris qu'il semblait y avoir dans cette nouvelle région (bande nummulitique de l'Ubaye) des accidents tout à fait uniques dans les Alpes, des plis couchés antérieurs à l'Éocène. Peut-être ces accidents pourront-ils être mis en rapport avec l'énorme et brusque abaissement de la zone centrale de l'éventail. En tout cas la bande éocène, au point de vue de l'inclinaison des plis, joue bien certainement le même rôle que la bande houillère; tous les plis à l'ouest se couchent vers la France; tous ceux de l'est se couchent vers l'Italie. Plus loin seulement, le massif du Mercantour, surgissant à l'intérieur de la bande éocène, marque un retour momentané à une forme nettement anticlinale. Je crois probable, par comparaison avec les plis dont le tracé est connu dans l'intervalle, que le centre de l'éventail alpin correspond exactement au centre de l'éventail pyrénéen.

» 2° Le dessin des plis, dans cette partie des Alpes, montre *une structure amygdaloïde* ou *en chapelets*, c'est-à-dire que ces plis, suivant dans leur ensemble la direction de la chaîne, s'ouvrent de place en place autour de lentilles elliptiques, accidentées elles-mêmes de nouveaux plis, qui ont la même direction, mais ne se prolongent pas au delà de la lentille. Le réseau présente ainsi une série de nœuds et de ventres; on peut comparer cette structure à celle des feuillets d'un gneiss amygdaloïde, dans lequel

---

([1]) Il y aurait, il est vrai, une exception importante si les massifs des Annes, du Chablais, du Faulhorn et du pli nord du Glaris sont, comme on l'a soutenu le plus généralement, de véritables massifs anticlinaux. Cette exception disparaîtrait si ces massifs sont des *masses de recouvrement*. Grâce aux travaux de M. Schardt, l'attention est définitivement appelée sur cette question, qui, je crois, ne peut maintenant manquer d'être prochainement résolue.

les feuillets s'infléchissent tout autour des gros noyaux de quartz et de feldspath.

» Pour donner une idée de l'importance de ces lentilles, je citerai d'abord l'exemple du mont Blanc, qui n'est tout entier qu'un immense noyau surgissant au milieu d'un synclinal liasique, qui se referme autour de lui. Dans la région que j'ai plus particulièrement étudiée, la Vanoise, le mont Pourri, avec l'Aiguille du Midi, le massif du petit mont Cenis, et probablement celui du grand Paradis, doivent leur existence à un phénomène semblable; d'un autre côté, le massif de la grande Sassière, celui de la Sana, sont dus à des élargissements brusques de synclinaux; au lieu des terrains plus anciens, ce sont les terrains plus récents qui s'y trouvent développés; mais le réseau des plis s'infléchit de même autour de ces élargissements, il s'ouvre et se referme autour d'eux.

» Je ne crois pas qu'on ait, au moins sur un grande échelle, rien signalé encore de semblable à cette *structure amygdaloïde,* si ce n'est peut-être la région cristalline du lac des Bois en Amérique. M. Lawson tire de cette structure un de ses arguments pour conclure que les noyaux, formés de gneiss granitoïdes, ont une origine éruptive. Sans contester pour cela les conclusions de M. Lawson, on peut inférer de la structure de nos Alpes que cet argument, s'il était seul, serait sans valeur.

» 3° Enfin une dernière conclusion est la généralisation de celle que M. Termier a déjà tirée de l'étude de la Vanoise : *à l'est de la bande houillère, le métamorphisme va en croissant de l'ouest à l'est.* Je suis arrivé, comme M. Termier l'a fait pour la Vanoise, à rattacher avec certitude au Permo-houiller les anciens gneiss chloriteux et micaschites du mont Pourri, du petit mont Cenis, et ceux du val Grisanche, continuation des *Casanna Schiefer* de Gerlach. La plupart des mêmes arguments s'appliquent aux gneiss œillés du Grand-Paradis, c'est-à-dire à ceux qu'on a désignés sous le nom de *gneiss central;* ce serait un dernier terme du même métamorphisme. Il est à remarquer que dans certains massifs comme la Dent Blanche ou le mont Rose, on voit, d'après Gerlach, sortir en anticlinal de dessous ces gneiss (ou schistes de Casanna) des gneiss plus anciens, qui sont alors percés de nombreux filons granitiques, tandis que ces filons font absolument défaut dans les massifs précédemment cités : c'est là certainement un nouvel argument. Nulle région en tout cas n'offre un champ plus favorable à la continuation des études micrographiques, si brillamment commencées par M. Termier dans la Vanoise; il est à espérer qu'on pourra suivre, dans la formation et dans l'agencement des minéraux, tous les passages jusqu'à

ce qu'on est convenu aujourd'hui d'appeler de *vrais gneiss*. Je reconnais que la démonstration n'est pas encore faite, mais à mes yeux les arguments actuels suffisent déjà à rendre la solution plus que probable : toute cette région des Alpes a été pendant les époques houillère, permienne, triasique et probablement même pendant le Lias, le siège d'une sédimentation active et continue, et les actions postérieures qui ont ramené au jour ces sédiments anciens les ont transformés assez complètement pour en faire, au moins partiellement, de véritables gneiss.

» Cette conclusion est d'ailleurs analogue à celles que von Lossen a établies pour l'ancienne chaîne hercynienne, où le Dévonien, dans une zone également centrale, mais plus rapprochée du versant sud, prend la forme de micaschistes et de gneiss; il convient aussi de rappeler que M. Suess avait, dès 1869, fait un rapprochement sensible entre certains gneiss des Alpes carniques et les Casanna Schiefer, en les attribuant les uns et les autres au Permien.

» Je répète, d'ailleurs, qu'en faveur de cette dernière conclusion, au moins sous sa forme généralisée, on peut donner seulement des arguments et non encore des preuves; il y a donc lieu de la séparer des deux premières, qui me paraissent définitivement établies. »

GÉOLOGIE. — *Sur les lois des plissements de l'écorce terrestre.* Note de M. **Zürcher**, présentée par M. Daubrée.

« La connaissance de la structure de détail d'une portion suffisamment étendue de la région subalpine comprise entre Digne et Toulon vient de me permettre de vérifier sur le terrain et de préciser encore un certain nombre de lois auxquelles obéissent les plissements de l'écorce terrestre, lois dont la première idée me fut suggérée par l'allure des plis des étoffes, que j'indiquais ensuite dans un essai publié antérieurement (1), et que j'ai pu corroborer par des expériences que je continue et qui feront plus tard l'objet d'un travail spécial.

» Le premier résultat de cette vérification peut s'énoncer ainsi : *La plupart des lois du plissement de l'écorce terrestre sont identiques à celles du plissement d'une masse de faible épaisseur par rapport à sa superficie et ne présentant pas de variations brusques de forme et de rigidité, même quand la*

(1) *Feuille des jeunes naturalistes,* septembre et décembre 1891.

différence d'échelle est telle que la masse considérée puisse être une simple membrane.

» Le principe fondamental est celui-ci : L'observation comme l'expérience démontrent ce fait d'ailleurs très rationnel que dans une masse qui se plisse sous des forces tangentielles, il y a décomposition des efforts d'ensemble en un certain nombre d'efforts élémentaires sous l'effet desquels les plissements commencent à se former en constituant autant de faisceaux de plis partant chacun d'un centre spécial de plissement, et se propageant ensuite suivant des directions d'autant plus exactement rectilignes et perpendiculaires à l'effort produisant le plissement que la masse à plisser aura présenté une plus grande homogénéité de résistance; et, inversement, d'autant plus grossièrement rectilignes et éloignés de cette direction normale que cette masse aura été moins homogène. Dans chaque faisceau, les plis ont ainsi chacun un point d'origine et une ligne de propagation, puis naturellement une fin.

» Pour préciser le langage, j'appelle *pli* tout court un pli anticlinal, dont la forme offre une certaine prédominance sur la forme inverse ou synclinale. En considérant alors deux faisceaux voisins, on voit que, soit qu'une portion non plissée subsiste entre les deux faisceaux, soit que ces deux faisceaux soient arrivés à se rencontrer en tout ou en partie, un pli ne peut se terminer que de quatre façons différentes : 1° en se perdant par atténuation graduelle dans une région non plissée; 2° en se terminant de la même manière au milieu des plis du faisceau voisin; 3° en se raccordant avec un pli du faisceau auquel il appartient; 4° enfin en se raccordant avec un pli du faisceau voisin.

» La fin d'un pli par atténuation graduelle dans une région non plissée est facile à concevoir. Le même phénomène, se produisant dans une région déjà plissée, présente des caractères dignes de quelques remarques. L'observation permet, en effet, de constater que, dans les régions fortement plissées, il est très rare que deux plis se croisent; c'est dans la grande majorité des cas un raccordement entre les plis, ou un arrêt brusque de l'un d'eux, qui se produit à la rencontre.

» Les travaux d'Hébert ([1]), de M. Dollfus ([2]) et de M. Bertrand ([3]) permettent de penser qu'il en est autrement dans les régions de faible

---

([1]) *Annales des Sciences géologiques*, t. IV, *fig.* 4.

([2]) *Bull. carte géol. de France*, t. II, n° 14.

([3]) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. XX, p. 118 et suiv.

plissement, où les plis des faisceaux pourront se croiser et finir ensuite par effacement graduel.

» Les éléments qui jouent le plus grand rôle dans la façon suivant laquelle un pli peut se raccorder avec un autre sont les directions respectives des plis, et surtout le sens relatif de leur dissymétrie ([1]). Je suis arrivé à formuler à ce sujet des règles simples et rationnelles, que j'ai pu vérifier sur le terrain par des exemples bien nets, et qui, avec la notion des faisceaux, suffisent pour rendre compte de presque tous les détails des dislocations de la région que j'ai étudiée, et en particulier de la *sinuosité* apparente de certains plis. Ces règles permettent aussi de répartir les plis suivant leur division probable en faisceau. Je dis presque tous, parce qu'il y a lieu de tenir compte encore des considérations suivantes pour justifier certains faits d'observation des plus importants.

» Les dislocations primordiales, formation des faisceaux et enchevêtrement des plis, peuvent évidemment avoir eu pour effet de soumettre les portions de la masse à plisser à des efforts secondaires de diverses natures. Suivant que ces efforts se seront traduits par des forces tangentielles, ou par des actions de sens différent, il pourra s'être produit, soit, dans le premier cas, des plis secondaires susceptibles de jouer un rôle dans la structure finale, ou surtout des ruptures ou des étirements, c'est-à-dire tout le cortège si curieux des accidents qui accompagnent les plis et en suivent les tracés; soit, dans le second cas, des dislocations n'ayant pas pour effet de modifier les dimensions horizontales, comme celles produites par une simple torsion [champ de fractures de Banon, étudié par M. Kilian ([2])].

» On peut résumer ainsi ce que je viens d'exposer :

» Il est possible, en général, de diviser les plis d'une région plissée en *faisceaux de plis ayant pour origine un même effort élémentaire*.

([1]) Les expériences de M. Daubrée sur la flexion d'une lame d'épaisseur non uniforme ont montré que le sens de la dissymétrie d'un pli est celui suivant lequel s'accroît la *facilité de flexion* de la masse à plisser. Or les variations de cette facilité de flexion, qui dépend de la *nature* et de la *forme* de ladite masse, sont en général *continues*, et par suite le sens de la dissymétrie devra varier également d'une façon continue, de telle sorte que l'on devra voir les plis former des séries présentant chacune une dissymétrie uniforme.

(Plis en éventail, *schuppenstructur*; triple alternance de plis successivement déversés vers le nord et vers le sud entre Toulon et Digne.)

([2]) *Description géologique de la montagne de Lure* (*Annales des Sciences géologiques*, t. XIX-XX).

» Dans ces faisceaux, les plis sont, en général, *ou bien tous de même dissymétrie, ou bien classés par groupe de plis déversés dans le même sens.*

» Les plis des divers faisceaux qui ne se terminent pas par effacement graduel se raccordent avec d'autres plis suivant des règles simples *dépendant des directions et des dissymétries relatives des plis aux points où ils se rencontrent.*

» Ces phénomènes primordiaux produisent des efforts secondaires qui sont l'origine de phénomènes de deuxième ordre, *plis secondaires, failles de toutes natures liées aux plis, accidents de torsion, etc., des portions non plissées.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La température de la haute atmosphère.* Note de M. **Gustave Hermite.**

« Les résultats des observations météorologiques faites par M. Vallot au mont Blanc ([1]) présentent un très grand intérêt. Nous nous permettons cependant de ne pas nous associer aux conclusions que M. Angot croit pouvoir tirer de ces observations pour la détermination de la température à la limite de l'atmosphère, qui serait seulement de — 45°C. Il est évident en effet, ainsi que l'a fait remarquer M. Janssen, que le voisinage de la montagne influe d'une manière considérable sur la température de l'air. L'observatoire que M. Janssen vient d'établir sur le sommet même du mont Blanc sera, par sa position, moins sujet à cette cause d'erreur, mais elle existera quand même et il faudra bien se garder de tirer des conclusions pour des altitudes plus élevées ([2]).

» Nous nous permettons de donner ici les principaux résultats de deux ascensions à grande hauteur, par ballon non monté, que nous avons effectuées, M. Besançon et moi, pendant le courant de l'année 1893. La première expérience eut lieu le 21 mars (*Comptes rendus*, 10 avril 1893).

» Le ballon *l'Aérophile,* en baudruche triple, cubant 113^{m}, gonflé au gaz de l'éclai-

---

([1]) *Comptes rendus*, 4 décembre 1893.

([2]) Ne pourrait-on pas adjoindre aux instruments de cet observatoire un très petit ballon captif, gonflé à l'hydrogène, que l'on apporterait au sommet, emmagasiné sous pression dans des tubes d'acier. Ce ballon servirait à enlever à quelques centaines de mètres au-dessus du sommet, par temps calme, des appareils enregistreurs légers, qui, ainsi abrités du voisinage des masses terrestres, indiqueraient plus exactement la température de l'atmosphère à ces altitudes élevées.

rage, partait de Paris à 11^h du matin, par un temps magnifique, emportant un baro-thermographe construit spécialement et vérifié avec le plus grand soin. Il descendit, après sept heures de voyage, à Chanvres, près Joigny (Yonne), rapportant le baro-thermographe intact.

» D'après les diagrammes, *l'Aérophile* atteignit une dépression barométrique de 103^{mm} de mercure, soit une altitude de 16000^m d'après la formule de Laplace. Le diagramme thermométrique s'était interrompu plusieurs fois, par suite de la congélation de l'encre; cependant on note, à la pression de 160^{mm} de mercure, soit 12500^m, une température de — 51° centigrades. La température à 16000^m est restée malheureusement inconnue, par suite de cette congélation; cependant on observe, à 6^{h}11^m du soir, *au moment même du coucher du soleil*, une température de — 47°; à ce moment, le ballon, qui est en descente, est à 9500^m de hauteur.

» Le thermomètre à terre marquait + 17°, ce qui fait une différence de température de 68° pour 12500^m de hauteur.

» La deuxième ascension de *l'Aérophile* a eu lieu le 17 septembre, mais fut moins fructueuse, quoique tous les soins eussent été pris pour en assurer le succès.

» Une encre spéciale avait été préparée par les frères Richard (ne se congelant qu'à — 80° centigrades) et le baro-thermographe en aluminium, commandé à ces habiles constructeurs, était une véritable merveille de légèreté et de précision.

» Le baromètre pouvait marquer jusqu'à 20 000^m et le thermomètre avait été vérifié et gradué jusqu'à — 83° centigrades, à l'aide du froid produit par l'évaporation de l'acide carbonique liquide. Cet appareil était protégé de la radiation solaire par un tube de papier argenté, à l'intérieur duquel il était suspendu élastiquement.

» Dans l'intérieur du ballon, nous avions disposé quatre thermomètres, dont un enregistreur, afin de connaître les variations de température du gaz et de déterminer par ce moyen l'intensité du rayonnement solaire en haute région.

» Le ballon, gonflé au gaz de l'éclairage, partit de l'usine à gaz de la Villette à onze heures précises du matin, par un temps couvert et une pluie battante. Le vent soufflait du sud-ouest.

» Il fut retrouvé dans la soirée en Allemagne, à Graffenhausen (Forêt Noire), à 450^{km} dans le sud-est de Paris.

» La durée du voyage, indiquée par les enregistreurs, a été de 5^{h}22^m, ce qui fait une vitesse moyenne de 84^{km} à l'heure.

» Par une cause restée inexpliquée, l'encre des enregistreurs n'a pas marqué dans la phase d'altitude maximum, nous laissant dans l'ignorance sur l'altitude maximum atteinte par le ballon. Cependant, tout nous porte à croire que l'altitude atteinte n'a pas été aussi élevée que la première fois; en effet, l'inspection du diagramme, fourni par le thermographe suspendu dans l'intérieur du ballon, nous démontre que la température du gaz n'a pas dépassé + 17° centigrades. Or, si le ballon avait vu le soleil, la température intérieure aurait été beaucoup plus élevée.

» D'après cette indication, le ballon surchargé d'humidité n'a pas dû dépasser les nuages et a dû s'arrêter entre 11 000^m et 12 000^m d'altitude. Le diagramme baromé-

trique, s'arrête brusquement à l'altitude de 8600^m, indiquant une vitesse ascensionnelle moyenne de 7^m par seconde, et le diagramme ne reprend plus qu'à la descente à 4000^m de hauteur à cinq heures du soir, indiquant une vitesse moyenne verticale de 2^m par seconde.

» Quant au diagramme thermométrique, il s'interrompt à la température de $-41°$ et l'obliquité constante du trait indique un refroidissement rapide : l'altitude correspondante devait être de 10000^m environ. »

» Tels sont les résultats, bien maigres, il est vrai, de ces deux expériences qu'il serait intéressant de pouvoir renouveler. Elles démontrent que la température, dans les hautes régions de l'atmosphère, est beaucoup plus basse que ne l'indique la théorie de M. Angot. Peut-être la température, à la limite de l'atmosphère, est-elle très voisine de $-273°$. »

M. **Al. Mac Dowall** adresse un diagramme montrant la correspondance entre la courbe des taches solaires et la courbe des températures moyennes du premier quart de l'année à Paris, rectifiée par les calculs de cinq années. Il fait observer que la correspondance est particulièrement remarquable pour les maxima. Il a trouvé que la courbe de Greenwich, depuis 1881, offre une correspondance encore plus accusée.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

ERRATA.

(Séance du 8 janvier 1893.)

Note de M. *Jules Andrade*, Thermodynamique des gaz :

Page 64, équations (2), *au lieu de* $U = \theta\omega \log v + \varphi'(\theta)$, *lisez* $U = \theta\omega \log v + \varphi(\theta)$.
Page 65, ligne 11, *remplacer* l'équation non homogène par celle-ci :

$$\frac{T}{T_0} = \frac{H + AR\theta}{H + AR\theta_0}.$$